XV

CONGRESO INTERNACIONAL

ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Granada 10 y 11 de junio de 2010

puerta abierta al conocimiento

LIBRO DE PONENCIAS Y COMUNICACIONES ORALES



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

Diseño y maquetación: Trisquelmedia
Imprime: Graficas Rigel

Depósito Legal: AS/2727/10
© ANEMBE 2010

ÍNDICE

7 CURRICULUMS

27 PONENCIAS

28 EL SECTOR BOVINO Y LA PAC: MIRANDO AL FUTURO
SANTIAGO MENÉNDEZ DE LUARCA

36 INTERPRETACIÓN Y USO DE LOS ÍNDICES GENÉTICOS EN LA RAZA FRISONA.
CARLOS MÉNDEZ

51 GESTIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE EXPLOTACIONES BOVINAS EXTENSIVAS: UN NUEVO RETO PARA EL VETERINARIO
DR. VICENTE JIMENO VINATEA Y DRA. TERESA CASTRO MADRIGAL

61 EPIDEMIOLOGÍA Y CONTROL DE LA FIEBRE Q
ANA L. GARCÍA-PÉREZ, FRANCISCO RUIZ-FONS, IANIRE ASTOBIZA, JESÚS F. BARANDIKA, ANA HURTADO, RAMÓN A. JUSTE

68 AVANCES EN LA NUTRICIÓN PROTEÍCA DEL VACUNO LECHERO Y FORMULACION DE RACIONES EN BASE A AMINOÁCIDOS METABOLIZABLES.
FACTORES QUE AFECTAN A LAS NECESIDADES DE PROTEINA DEGRADABLE Y PROTEÍNA NO DEGRADABLE.
CHARLES G. SCHWAB

75 PATOFISIOLOGÍA DE SEPSIS Y CHOQUE SÉPTICO
DR. ALFONSO LÓPEZ MAYAGOITIA

79 PATOLOGÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO PARA VETERINARIOS DE CAMPO
DR. ALFONSO LÓPEZ MAYAGOITIA

84 RELACIÓN ENTRE MARCADORES GENÉTICOS Y CALIDAD DE CARNE EN GANADO VACUNO
JF HOCQUETTE, C BERNARD-CAPEL, I CASSAR-MALEK, H. LÉVEZIEL, E LAVILLE, B PICARD, G RENAND5

91 LIDERAZGO EFECTIVO Y HABILIDADES GERENCIALES DEL VETERINARIO
JORGE M. ESTRADA

96 APOYANDO A MIS CLIENTES EN SU GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO
JORGE M. ESTRADA

102 VACAS ANOVULARES: FACTORES DE RIESGO Y ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTO
JOSÉ EDUARDO SANTOS

112 HERRAMIENTAS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS CONDICION DE PEZONES
LM JIMENEZ, GA MEIN

115 MANEJO DE LA NUTRICIÓN DE LAS VACAS LECHERAS DURANTE LOS PERIODOS SECO Y DE TRANSICIÓN
JAMES K. DRACKLEY, PH.D.

123 NUTRICIÓN NEONATAL DE LAS TERNERAS PARA SALUD Y PRODUCTIVIDAD
JAMES K. DRACKLEY, PH.D.

132 HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS PARA EL CONTROL DE LAS ALTERACIONES METABÓLICAS EN LAS VACAS EN TRANSICIÓN
JAMES K. DRACKLEY, PH.D.

139 NUEVOS AVANCES EN ANESTESIA EN GANADO DE LIDIA
FRANCISCO JAVIER BLANCO MURCIA

144 MODULACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA LECHE A TRAVÉS DE LA ALIMENTACIÓN DE LA VACA
ALEX BACH

154 INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN CON ALTOS NIVELES DE INSATURADOS (ALIMENTACIÓN CON LINO) SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL TERNERO DE CEBO
MARIA DEVANT

160 INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN DE VACUNO CON ALTOS NIVELES DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS EN LA CALIDAD DE SU CARNE
PERE ALBERTÍ

167 INFLUENCIA DEL CONSUMO DE CARNE Y LECHE ENRIQUECIDAS CON ÁCIDOS GRASOS N-3 Y N-6 SOBRE LA SALUD HUMANA
MM CAMPO

175 COMUNICACIONES ORALES

MEDICINA

176 VARIACIONES EN LA FRECUENCIA CARDÍACA DEL GANADO DE LIDIA SOMETIDO A DIFERENTES PRÁCTICAS DE MANEJO
BARTOLOMÉ RODRÍGUEZ, D.J.; ALONSO DE LA VARGA, M.; POSADO FERRERAS, R.; OLMEDO DE LA CRUZ, S.; LOMILLOS PÉREZ, J.M.; GARCÍA GARCÍA, J.J.; GAUDIOSO LACASA, V.

179 VARIACIONES DE LOS GASES SANGUÍNEOS EN GANADO MANSO Y BRAVO
LOMILLOS, J. M ; ALONSO, M. E.; ESCALERA, F.; BARTOLOMÉ, D.; GARCÍA, J. J.; GAUDIOSO, V.

182 DOBLE SALIDA DEL VENTRÍCULO DERECHO EN UNA TERNERA FRISONA DE 4 MESES
P. MOURE, L. RIGUEIRA, M. MIRANDA, L.E. FIDALGO, G. SANTAMARINA

185 HALLAZGOS CLÍNICOS Y ECOGRÁFICOS EN UN CASO DE TROMBOSIS DE LA VENA CAVA CAUDAL EN UNA VACA
J. A. PÉREZ-SALAS OCHANDO, A. VILLAESCUSA FERNÁNDEZ, M. RE, J. BLANCO MURCIA

188 RESOLUCIÓN QUIRÚRGICA DE FRACTURAS DE METACARPO Y METATARSO EN DOS TERNERAS FRISONAS
RE, M.; PÉREZ-SALAS OCHANDO, J.A.; VILLAESCUSA FERNÁNDEZ, A.; LÓPEZ SAN ROMÁN, J.; GOYOAGA ELIZALDE, J.; RODRÍGUEZ QUIRÓS, J.; PARRILLA PALACIOS, G.

191 RESECCIÓN QUIRÚRGICA DE UN ODONTOMA MANDIBULAR EN UNA NOVILLA HOLSTEIN
JESÚS GARCÍA COLLADO/JORGE MARTÍNEZ VALDUEZA

194 PANCITOPENIA HEMORRÁGICA NEONATAL BOVINA (BNHP) EN ESPAÑA: CONFIRMACIÓN DE CASOSO CLÍNICOS EN DOS EXPLOTACIONES LECHERAS DEL NORESTE DE CATALUÑA.
RAMÓN ARMENGOL, DANIEL PONTÉ, ANA DE PRADO, MIGUEL A. SIERRA, MARÍA CASAS, MARCELO DE LAS HERAS, ALICIA UIXERA Y JOSÉ A. GARCÍA-JALÓN

MAMITIS

197 EFECTO DE UN TRATAMIENTO A BASE DE IODOHIDRATO DE MORFOLINA (IODONOX) AC. ACETILSALICILICO SOBRE EL RCS Y OTROS PARÁMETROS EN VACAS LECHERAS DE RAZA FRISONA.
FRANCISCO GARCÍA ÁLVAREZ

200 INMUNIZACIÓN DE VACAS LECHERAS CON UNA BACTERINA DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS: POSIBLE PAPEL DE LA PRODUCCIÓN DE ANTICUERPOS ESPECÍFICOS CONTRA EL EXOPOLISACÁRIDO DEL BIOFILM EN LA PROTECCIÓN FRENTE LA MAMITIS CAUSADA POR STAPHYLOCOCCUS AUREUS.
ANTONI PRENAFETA, RICARD MARCH, ANTONI FOIX, ISIDRE CASALS, LLORENÇ COSTA

203 EFICACIA DE UNA VACUNA DE ESCHERICHIA COLI J5 CONTRA LA MAMITIS EN UN ENSAYO DE INFECCIÓN EXPERIMENTAL
FOIX, A.; PRENAFETA, A; TORRENTS, D. Y MARCH, R.

205 EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE UNA NUEVA VACUNA CONTRA LA MAMITIS BOVINA: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO
RICARD MARCH, ANTONI PRENAFETA, MARTA NOGUERA, ROGER GUIX, ANTONI FOIX

REPRODUCCIÓN

207 DINÁMICA DE FRAGMENTACIÓN DEL ADN ESPERMÁTICO EN SEMEN DE TORO DE LIDIA
POSADO FERRERAS, R1.; HERNÁNDEZ PÉREZ, M.1; GARCÍA GARCÍA, J.1; BARTOLOMÉ RODRÍGUEZ, D.1; LÓPEZ-FERNÁNDEZ C2., GOSÁLVEZ BERENGUER, J.2

210 EVALUACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO IN VITRO BOVINO
ROMERO J, DE ONDIZ A, ALMELA L, POTO A, RUIZ S

213 EVALUACION CLÍNICA DE LA INVOLUCIÓN UTERINA: ASPECTOS HEMATOLÓGICOS Y ECOGRÁFICOS.
LÓPEZ-HELGUERA I, GARCÍA-ISPIERTO I, LÓPEZ-GATIUS F.

NUTRICIÓN Y MANEJO

216 INCIDENCIA Y EFECTOS DE LA CETOSIS EN UNA EXPLOTACIÓN DE VACUNO LECHERO
I. BARREIRO, P. MOURE, M. MIRANDA, P. CARBAJALES, LE. FIDALGO, G. VÁZQUEZ, L. RIGUEIRA

219 CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO CEBADO CON ENSILADOS Y UNIFEED
PERE ALBERTÍ, GUILLERMO RIPOLL Y BEGOÑA PANEA

222 UTILIZACION DE GRASAS DE ORIGEN VEGETAL EN RACIONES DE VACAS LECHERAS: RENDIMENTOS PRODUCTIVOS, REPRODUCTIVOS Y COMPOSICIÓN DE LA GRASA
MARTÍNEZ, D.1, CASTRO, T.2, JIMENO, V.3, ISABEL, B2

225 EVALUACIÓN DE INDICADORES DE BIENESTAR EN VACAS LECHERAS EN EL NORTE Y CENTRO DE PORTUGAL
CERQUEIRA, J.O.L.; ARAÚJO, J.P.; GRANJA, J.H.C.; MARTINS, A.; CANTALAPIEDRA, J. SORENSEN, J.T.; NIZA RIBEIRO, J.

SANIDAD

229 ACTUACIÓN DEL VETERINARIO ANTE UN BROTE DE BESNOITIOSIS BOVINA
*GARCÍA-LUNAR, P., ORTEGA-MORA, L.M., ROJO-MONTEJO, S., CASTILLO, J.A., ÁLVAREZGARCÍA, G.**

233 EVOLUCIÓN DE UN BROTE DE ABORTOS EPIDÉMICO ASOCIADO A LA INFECCIÓN POR NEOSPORA CANINUM MEDIANTE EL ESTUDIO DE PARÁMETROS SEROLÓGICOS Y REPRODUCTIVOS *ROJO-MONTEJO, S., ÁLVAREZ-GARCÍA, G., RODRIGO-MARTÍN, P., RUIZ-CASTILLO, J.L., DOMÍNGUEZ-GUTIÉRREZ, J., NAVARRO-LOZANO, V., ORTEGA-MORA, L.M.*

237 SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LA TRICOMONOSIS Y CAMPILOBACTERIOSIS GENITAL BOVINA EN SEMENTALES DE GRANJAS SELECCIONADAS AL AZAR Y CON FALLO REPRODUCTIVO TEMPRANO
ROJO-MONTEJO, S., GARCÍA-PEÑA, F.J., MENDOZA-IBARRA, J.A., PEDRAZA-DÍAZ, S., NAVARRO-LOZANO, V., SERRANO-GARCÍA, T., GARCÍA-BAZ, S., SAN MIGUEL, J.M., OSORO, K., ORTEGA-MORA, L.M., COLLANTES-FERNÁNDEZ E.

242 ESTUDIO DE LA RESPUESTA SISTÉMICA, E INDUCCIÓN DE ANTICUERPOS ESPECÍFICOS DE DOS TIPOS DE VACUNAS POLICLOSTRIDIALES APLICADAS EN UN PROGRAMA DE ENTRADA EN GANADO BOVINO DE CEBO.
DR. MANUEL CERVIÑO LÓPEZ, DRA. SUSANA ASTIZ BLANCO, DR. ANTONIO RODRÍGUEZ BERTOS, DR, FERNANDO FARIÑAS GUERRERO, D. ENRIQUE CALVO LÓPEZ-GUERRERO,DÑA. LAURA ELVIRA PARTIDA, D. REGINO VILLARROEL NERI Y DR. JUAN V. GONZÁLEZMARTÍN

244 ESTUDIO DE LA RESPUESTA LOCAL, E INDUCCIÓN DE ANTICUERPOS ESPECÍFICOS DE DOS TIPOS DE VACUNAS POLICLOSTRIDIALES APLICADAS EN UN PROGRAMA DE ENTRADA EN GANADO BOVINO DE CEBO.
DR. MANUEL CERVIÑO LÓPEZ, DRA. SUSANA ASTIZ BLANCO, DR. ANTONIO RODRÍGUEZ BERTOS, DR, FERNANDO FARIÑAS GUERRERO, D. ENRIQUE CALVO LÓPEZ-GUERRERO,DÑA. LAURA ELVIRA PARTIDA, D. REGINO VILLARROEL NERI Y DR. JUAN V. GONZÁLEZMARTÍN

246 TUBERCULOSIS Y PARATUBERCULOSIS BOVINA: COMPARACIÓN DE DIVERSOS KITS COMERCIALES Y ENSAYOS LABORATORIALES.
BERMEJO, F.; CORCHERO, B.; CORTÉS, M.; ALONSO, J.M.; HERMOSO DE MENDOZA, M.; HERMOSO DE MENDOZA, J.

249 PARATUBERCULOSIS BOVINA: RESULTADO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD.
PATRICIA VAZQUEZ, ELENA MOLINA, MARTA ALONSO-HEARN, MARIVI GEIJO, IKER A. SEVILLA, OTSANDA RUIZ, ANDONE ESTONBA, RAMÓN A. JUSTE, JOSEBA M. GARRIDO

252 ESTUDIO DE PREVALENCIA Y CONTROL A LARGO PLAZO DE PARATUBERCULOSIS EN UNA EXPLOTACIÓN LECHERA DE GALICIA
L. RIGUEIRA1, P. CARBAJALES1, M. MIRANDA1, I. ARNAIZ2, S. MENÉNDEZ2, P. MOURE1, DIÉGUEZ J3.

255 DIAGNÓSTICO PRESUNTIVO DE UN BROTE DE BOTULISMO POR CLOSTRIDIUM BOTULINUM TIPO B EN UN CEBADERO DEL NORDESTE DE ESPAÑA
L. ELVIRA PARTIDA, F. J. MUZAS, R. TRIBÓ CRESPO, N. PÉREZ VILLALOBOS Y J. V. GONZÁLEZ MARTÍN

XV

CONGRESO INTERNACIONAL

ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Granada 10 y 11 de junio de 2010



CURRÍCULUMS



PERE ALBERTÍ LASALLE

Master en Ciencia y Tecnología de Alimentos por la Universidad de Zaragoza e Ingeniero Técnico Agrícola por la Universidad Politécnica de Barcelona. Viene desarrollando su labor de investigación en temas de producción bovina: calidad de canal y carne de vacuno desde el año 1975 en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Carretera de Montañana 930, 50080 Zaragoza, Teléfono 34 976 716438, email: palberti@aragon.es.

Ha coordinado varios proyectos de investigación INIA sobre la caracterización de razas bovinas españolas, realizados en colaboración con la facultad de Veterinaria de Zaragoza y la Universidad Pública de Navarra. Asimismo participó en el proyecto GemQual sobre la calidad de la canal y la carne y su predicción mediante marcadores genéticos financiado por la UE en el que se estudiaron 15 razas bovinas europeas. En los últimos diez años, ha publicado más de 18 trabajos en prestigiosas revista científicas internacionales. Actualmente está desarrollando proyectos de cebo de terneros con dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados para mejorar la relación n-6/n-3 de la grasa intramuscular de la carne y estudiar su influencia en la vida útil del producto. Integrante del Grupo Consolidado "Calidad y Tecnología de la Carne" reconocido por el Gobierno de Aragón. Pertenece al Comité de redacción de la revista ITEA y es evaluador de diversas revistas y agencias de evaluación.



ALEX BACH

El Dr. Bach ha participado como ponente en más de 50 ocasiones en distintos congresos, es autor o coautor de más de 40 publicaciones científicas, y más de 40 publicaciones de divulgación. Ha participado en la elaboración de 2 libros sobre nutrición de rumiantes, uno sobre la calidad de la soja, 2 sobre el bienestar del vacuno lechero, y uno sobre la recría del vacuno lechero.

Como reconocimiento a su actividad investigadora, Àlex Bach recibió el premio al mejor doctorado en rumiantes por la *American Association of Animal Science* en 1999, además fue nombrado mejor estudiante de doctorado del departamento de *Animal Science* de la Universidad de Minnesota en 1998. En España, recibió el premio FEDNA al joven investigador en 1998.

En la actualidad, dirige la Unidad de Rumiantes del IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) dedicada al estudio de los sistemas de producción de los rumiantes (nutrición, manejo, gestión...) y es Profesor de Investigación de ICREA (Institut Català de Recerca i Estudis Avançats), una institución integrada por investigadores de alto prestigio a nivel internacional cuya misión es estimular la investigación en Cataluña.



FRANCISCO JAVIER BLANCO MURCIA

Nacido en Madrid el 12/07/1962
Licenciado en Veterinaria
javibm@terra.es

Desde 1990
Director y fundador de "Javier Blanco y asociados, servicios veterinarios S.L.", equipo con 4 veterinarios que trabajan en la zona de Madrid, asesorando (clínicamente y nutricionalmente) aproximadamente a 7.000 vacas, 2.000 cabezas lecheras y 5000 cabezas de vacuno extensivo y de cebo.
Miembro fundador y primer tesorero de ANEMBE, asociación de especialistas en ganado vacuno de España y miembro fundador y tesorero de AMVER, asociación madrileña de veterinarios especialistas en rumiantes

Desde 1990
Profesor asociado de la facultad de Veterinaria U.C.M, encargado de la formación teórico-practica en Medicina, Cirugía y Reproducción de ganado vacuno.

Desde 1995
Veterinario asesor de la Asociación de Defensa Sanitaria de la Sierra de Guadarrama, asociación que engloba todos los ganaderos para la puesta en práctica de programas zootécnicos-sanitarios y su relación con la administración gubernamental

Desde 2000
Perito pecuario asesor de diversas empresas aseguradoras

Desde 2001

- Jefe de Servicio de Rumiantes del Hospital Clínico Veterinario, U.C.M.
- Participando actualmente en proyectos de investigación como:
- Hematuria enzootica bovina
- Desarrollo de programas de inmunización frente Neospora Canis
- Reproducción por imágenes en ganado vacuno
- Ponente como especialista en diversos cursos especializados y seminarios sobre anestesia, medicina y cirugía en ganado vacuno de lidia.

Autor de varias publicaciones y ponente en numerosos congresos.



WALTER BAUMGATNER

DATOS PERSONALES

Nombre: Walter BAUMGARTNER, Prof. Titular, Dr. Dip. ECBHM
Fecha de nacimiento: 31-07-1946, St. Veit/Glan, Carinthia, Austria
Nacionalidad: Austriaca

FORMACIÓN ACADÉMICA

1971: Licenciatura en Medicina Veterinaria Universidad de Medicina Veterinaria de Viena (UMVV)
1972: Doctor Med. Vet., UMVV
1978: Docente Universitario, UMVV
1982: Profesor Universitario, UMVV
desde 1991: Director de la Clínica de Rumiantes, UMVV
1995: Especialista en Diagnóstico Laboratorial
1996: Especialista en Bovino
2003: Diplomado del Colegio Europeo de Medicina de la Producción Bovina (European College of Bovine Health Management)

SOCIO Y FUNCIONES EN ORGANIZACIONES CIENTÍFICAS NACIONALES E INTERNACIONALES

desde 1992: Presidente de la Asociación Austriaca de Buiatría
desde 2000: Presidente de la Asociación Mundial de Buiatría
desde 2008: Professor Invitado, Universidad Lusa de Humanidades y Tecnología, Lisboa

DOCENCIA

Universidad de Medicina Veterinaria de Viena
Universidad de Medicina Veterinaria de Lisboa

PUBLICACIONES

Más de 230 publicaciones en revistas científicas nacionales e internacionales
Más de 430 ponencias orales en seminarios nacionales e internacionales

LIBROS PUBLICADOS:

Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere“ [Propedéutica clínica de enfermedades internas y cutáneas de los animales domésticos] (BAUMGARTNER), 4ª edición, 1999
Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere Propedéutica clínica de enfermedades internas y cutáneas de los animales domésticos] (BAUMGARTNER), 5ª edición, 2002
Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere“ Propedéutica clínica de enfermedades internas y cutáneas de los animales domésticos] (BAUMGARTNER), 6ª edición, 2005
Klinische Propädeutik der Haus - und Heimtiere“ [Propedéutica clínica de los animales domésticos] (BAUMGARTNER), 7ª edición 2009.



Mª MAR CAMPO

Licenciada en Veterinaria en 1994, en la modalidad de Producción Animal y Economía, y Doctora en Veterinaria en 1999, modalidad de Doctorado Europeo, ambos por la Universidad de Zaragoza, en España. Desde el año 2000 incorporada a la Universidad de Bristol (Reino Unido) como Marie Curie Research Fellow hasta su regreso a finales de 2003 al Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos en Zaragoza como Investigadora Ramón y Cajal. En la actualidad, es Profesora Titular del Área de Producción Animal en la Universidad de Zaragoza. La labor investigadora desde el inicio de su carrera se ha llevado a cabo sobre la influencia que diversos factores productivos tienen sobre la calidad del producto final, casi siempre carne y, fundamentalmente, de rumiantes, aunque en ocasiones se ha analizado la carne de conejo, cerdo, pollo o, incluso, el huevo. La calidad de la carne se ha valorado desde muchos puntos de vista, tanto a nivel instrumental, como organoléptica de manera objetiva o desde la aceptabilidad del consumidor. Fruto de este trabajo son las numerosas comunicaciones a nivel nacional e internacional y los trabajos publicados en revistas científicas indexadas o de divulgación para profesionales del sector cárnico, así como la participación en numerosos trabajos de investigación de financiación pública a nivel nacional e internacional o en colaboración con diversas empresas, y la dirección de varias Tesis Doctorales.



MARÍA DEVANT

Maria Devant, Licenciada en Veterinaria por la Universidad Autònoma de Barcelona, en 1995, realizó su doctorado en el programa de Producción Animal en la misma universidad (de 1995 a 2001) centrando su actividad científica en nutricuión de terneros cebados intensivamente. Posteriormente fue responsable del área de investigación animal de una empresa de equipamiento porcino. Desde 2003 es investigadora de la Unidad de Ruminates del IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries). Su actividad investigadora se centra en el vacuno de cebo, el principal objetivo de sus trabajos es mejorar la rentabilidad económica y competividad del vacuno de cebo a través de la innovación tecnológica. Dicho objetivo se concreta en trabajos donde se estudia el manejo, la alimentación, el comportamiento animal y la calidad de la canal y carne. María ha participado como ponente en más de 40 ocasiones en distintos congresos, es autora o coautora en más de 30 publicaciones nacionales e internacionales. Como reconocimiento a su actividad investigadora recibió el premio FEDNA al joven investigador en 2001.



JAMES K. DRACKLEY

DATOS PERSONALES

Nombre: Dr. James K. Drackley
Nacionalidad: EE.UU.
Dirección de contacto: drackley@illinois.edu

FORMACIÓN ACADÉMICA

1981: B.S. en Producción de Vacuno Lechero por la Universidad de Dakota del Sur, EE.UU.
1985: Master en Ciencias Lecheras por la Universidad de Dakota del Sur, EE.UU.
1989: Doctorado en Fisiología de la Nutrición por la Universidad de Iowa, EE.UU.

EXPERIENCIA LABORAL

1989-Actualidad: Profesor de nutrición del Dpto. de Ciencias Animales de la Universidad de Illinois, EE.UU.
Sus principales campos de investigación son la nutrición en el periodo seco y el metabolismo de la vaca en transición, el metabolismo hepático de los rumiantes, el metabolismo y utilización de las grasas en los rumiantes, y el manejo y alimentación de los terneros.

OTROS MÉRITOS

Editor de dos libros y autor o coautor de un libro, once capítulos en libros, 127 artículos científicos en revistas peer review, y más de 350 resúmenes, artículos técnicos, comunicaciones a congresos y artículos de divulgación.
Miembro de numerosas sociedades profesionales y honoríficas, incluyendo la American Dairy Science Association, American Society of Animal Science, y American Society for Nutrition.
Numerosos premios por su investigación y docencia, incluyendo el premio a la excelencia en Investigación en Nutrición de Vacuno Lechero otorgado por la Industria Alimentaria Americana (American Feed Industry) en 2002 o el premio a la Nutrición Aplicada al Vacuno Lechero otorgado por la American Dairy Science Assocation (ADSA).
Miembro de la junta directiva de la ADSA, cómo Presidente de la Rama del Medio Oeste, Responsable de la División de Producción de la ADSA.



JORGE M ESTRADA

JORGE M. ESTRADA, M.Sc.
Gerente General
Leadership Coaching International, Inc.
Seattle, Washington.
Founding partner – Centro Liderato
Guatemala, C.A.

Tel. USA: +1-360-481-0133
Email: jorge@leaders-coaching.com

Jorge es Gerente General y fundador de Leadership Coaching International, Inc. en Seattle, Washington, y co-fundador de Liderato, un centro transformacional de coaching en Centro América. Posee más de 20 años de experiencia en consultoría de Desarrollo Organizacional, desarrollo de liderazgo, coaching ejecutivo, manejo del cambio, efectividad de equipos multi-culturales, y planificación estratégica, con organizaciones nacionales e internacionales. Ha trabajado con organizaciones tal como Cargill, Pfizer, Academy of Veterinary Consultants, Agro-América, Nokia, World Vision y Wal-Mart para identificar posibilidades y oportunidades, desarrollando escenarios futuros deseados y estrategias de ejecución diseñadas para promover liderazgo a todo nivel y efectividad organizacional.

Es un profesional apasionado y orientado al crecimiento humano y organizacional quien basa sus fundamentos y confía en que lideres apalanquen sus propios talentos y habilidades para producir trabajo de mucho significado y una vida balanceada y plena. Jorge ejercita sus valores de liderazgo, Fe, relaciones plenas, autenticidad, aprendizaje transformacional, integridad, y creatividad, para coachar líderes en diferentes industrias, facilitando programas de desarrollo de liderazgo y ayudando a organizaciones a crear culturas organizacionales robustas que manejan el cambio efectivamente y producen resultados que marcan una diferencia con gente bien comprometida.

Hoy en día el consulta y coachea en sectores como agricultura de alta tecnología, aviación, biotecnología, comunicaciones, construcción, energía, farmacéuticos, desarrollo de liderazgo, nutrición, y desarrollo mundial.

Jorge recibió su titulo de Agrónomo de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, su B.S. and M.S. en Manejo de Negocios Agrícolas de Kansas State University, y su certificación de coaching en liderazgo del Hudson Institute de Santa Barbara, California. Antes de lanzar Leadership Coaching International, Inc. en el 2001, el trabajo en las industria farmacéutica y la de alimentos en EE.UU. e internacionalmente. A través de los años Jorge ha continuado su desarrollo y participando en múltiples programas de desarrollo profesional y certificaciones.

El es miembro de la International Coach Federation y de la International Organizational Development Association. El es coach asociado de Avatar Resources y de la Global Coaching Alliance.

Jorge es originario de Guatemala y da coaching, capacita, facilita y consulta globalmente, incluyendo organizaciones en Estados Unidos, México, Guatemala, Canadá, Costa Rica, Honduras, El Salvador, Argentina, Finlandia, Puerto Rico, Republica Dominicana, Chile, Tailandia, España, Bolivia, e Inglaterra.



ANA LUISA GARCÍA-PÉREZ

La Dra. Ana Luisa García-Pérez es investigadora de Neiker (Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario) en Derio, Bizkaia. Durante estos años, ha dedicado su actividad profesional a la epidemiología, diagnóstico y control de los procesos parasitarios que afectan a los rumiantes. Además ha llevado a cabo diversos proyectos de investigación en campos como las enfermedades transmitidas por garrapatas, la patología reproductiva del ganado ovino y las infecciones por pestivirus (Border-disease y BVD). Más recientemente, dirige diversos trabajos de investigación tendentes a aclarar aspectos poco conocidos de la epidemiología y control de la Fiebre Q en los rumiantes.

J. FRANCOISE HOCQUETTE

DATOS PERSONALES
Nombre: Dr. Jean-François HOCQUETTE
Nacionalidad: Francés
Dirección Actual: French National Institute of Agricultural Research, Department of Animal Husbandry and Physiology (INRA), Herbivore Research Unit, Theix, 63 122 Saint-Genès Champanelle, France http://www.international.inra.fr/

FORMACIÓN ACADÉMICA
1985: Ingeniero Agrónomo, por la Escuela de Agronomía de INA PG, en Ciencias Animales
1985: Master en Nutrición Animal por la Universidad de Paris XI, Francia
1987: Master en Endocrinología por la Universidad de Paris XI, Francia
1999: Doctorado en Endocrinología por la Universidad de Paris XI, Francia
2000: Habilitación como investigador en metabolismo en el Dpto. de Ciencias de la Carne de la Universidad Clermont-Ferrand, Francia.

EXPERIENCIA LABORAL
1991-actualidad: Investigador del Dpto. de Producción y Nutrición Animal, Unidad de crecimiento y metabolismo, del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Producción Animal (INRA)
Desde 1999: Jefe del grupo de investigación «Desarrollo muscular y metabolismo» formado por cinco científicos (INRA) Dpto. de Producción y Nutrición Animal, Unidad de Investigación de Rumiantes.
Desde 2003: Investigador Senior (Director de Investigación del INRA).
Desde 2007: Director de la Unidad de Investigación en Herbívoros (172 personas). http://www1.clermont.inra.fr/urh/

OTROS MÉRITOS
Vicepresidente de la Comisión de Vacuno de la European Association for Animal Production
Revisor de artículos de numerosas revistas francesas, del Engineering Research Council de Canadá y de la Fundación de Investigación y Desarrollo en Agricultura de los EE.UU- Israel.
Más de 140 publicaciones incluyendo 80 artículos originals en revistas internacionales peer review, 60 artículos de revisión (incluyendo 30 en revistas internacionales y 17 en revistas francesas).
Quince conferencias en Encuentros Internacionales cómo ponente invitado
Editor de un libro titulado "Indicators of milk and beef quality" (460 pages, 20 review papers), EAAP Publication n°112.
Coautor de una patente: Bernard C., Cassar-Malek I., Hocquette J.F., 2006. Marcador genómico de terneza de la carne. Patent 06 300943.5. 12 Sept. 2006.



LUIS MIGUEL JIMENEZ

Licenciado en veterinaria y director técnico de **SERVET TALAVERA SL**, empresa especializada en Control de Mastitis y Calidad de Leche, con sede en Talavera de La Reina (Toledo). Servet Talavera se dedica al desarrollo e implementación de Programas de Control de Mamitis y Calidad de Leche integrales desde 1994, donde se presta atención a todos y cada uno de los puntos que influyen en la Calidad de la Leche, diseño y realización de ensayos de eficacia de productos con influencia en la mastitis, investigación en materia de mastitis. Desarrolla la actividad profesional en España y Portugal prestando asesoramiento a un total de 120 granjas con 16000 vacas de leche.

Organizador de las Jornadas Técnicas de vacuno de Leche de Talavera de La Reina, estas jornadas son líder en la especialidad de Calidad de Leche. Imparte conferencias en distintos foros nacionales e internacionales sobre distintos temas relacionados con la vaca de leche, confort de la vaca de leche, rutina de ordeño, vaca seca, implantación de buenas prácticas y aseguramiento de la Calidad de la Leche entre otros. Publica artículos en revistas de divulgación en ganadería. Imparte cursos de revisión de equipos de ordeño, seminarios de "Cow Comfort", cursos de ordeñadores, etc.

Es Vicepresidente de la Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España (ANEMBE) y Vocal de Calidad de Leche desde 2002. Es miembro del equipo técnico de la página web especializada en Calidad de Leche *solomamitis.com*.

Es miembro del Nacional Mastitis Council (NMC), miembro de la American Association Bovine Practitioner (AABP), miembro de la Amercan Dairy Science Association (ADSA).

Es miembro del Project Group Milking Time de la Internacional Dairy Federation (IDF), equipo creado para el desarrollo de herramientas para medir la influencia de la máquina de ordeño sobre el pezón.



VICENTE JIMENO

Vicente Jimeno Vinatea es Doctor Veterinario, licenciado de Grado en Veterinaria por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) e Ingeniero Agrícola por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Diplomado en Gerencia de Empresas Agrarias por la Comunidad Autónoma de Madrid.

Profesor Titular en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de la UPM, adscrito al Departamento de Producción Animal. Imparte clases de Producción Animal en tres de las cuatro titulaciones de Ingeniería Técnica Agrícola y en quinto curso de la especialidad de Zootecnia en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Participa igualmente, como profesor titular del Master en Gestión de la Calidad Alimentaria, Título Propio de la UPM.

Especialista en nutrición animal, en particular en alimentación de animales rumiantes.

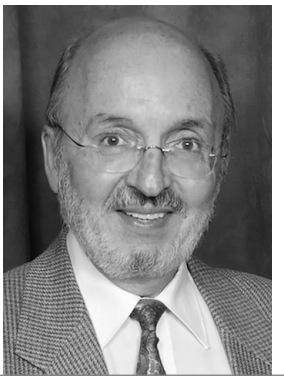
Es investigador responsable y miembro del Grupo de Ingeniería de la Calidad Alimentaria, grupo de investigación reconocido por la UPM. En la actualidad, participa como miembro del equipo investigador en dos proyectos financiados por la Junta de Castilla y León y el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León para mejorar la calidad de los productos obtenidos en ganado ovino lechero y un proyecto financiado por el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) y una empresa cárnica para mejorara la calidad de la carne en el ganado vacuno. Asimismo, ha participado como investigador principal y formando parte del equipo investigador de numerosos proyectos de investigación financiados con programas competitivos nacionales y de la Unión Europea, relacionados con la alimentación de rumiantes.

Ha publicado artículos científicos sobre el efecto de la alimentación en la calidad de la canal de corderos y la calidad de la leche en ganado ovino. Es autor de numerosos artículos de divulgación en el área de la Producción Animal, especialmente relacionados con la producción de leche y carne de rumiantes. También ha impartido conferencias, en cursos de doctorado y especialización, sobre la alimentación de ganado vacuno, ovino y caprino y el diseño de alojamientos para dichas especies ganaderas.

El profesor Jimeno, es responsable de formación y asesor científico de varias empresas del sector agroalimentario y de la sanidad animal.

Su actividad profesional fuera de la Universidad ha abarcado distintos campos: labores de gerencia y asesoría en cooperativas ganaderas, técnico de empresas de fabricación de piensos y realización de proyectos de explotaciones de vacuno de leche y cebo de terneros.

e-mail: vicente.jimeno@upm.es



ALFONSO LÓPEZ MAYAGOITIA

Atlantic Veterinary College
University of Prince Edward Island, Canada

Educación:
1973. MVZ Universidad Autónoma de Tamaulipas, Mexico
1975. MSc Patología veterinaria, Universidad de Guelph, Canadá
1981. PhD, Patología veterinaria, Universidad de Guelph, Canadá

Empleos:
1974-75. Profesor de patología, FMVZ, Universidad de Tamaulipas, México
75/1981-84. Profesor de patología, FMVZ, UNAM, México
1984-88. Jefe de Patología, Centro de Estudios Ambientales, Alberta, Canadá
1988-presente. Profesor de Patología, Colegio Veterinario del Atlántico, Canadá

Actividades Académicas:
- Enseñanza en licenciatura y posgrado
- Entrenamiento de residentes en patología
- Servicios de diagnóstico
- Investigación en enfermedades respiratorias
- Coordinador de Programas Internacionales

Coordinador de Programas Internacionales
- 1994-1999. Agencia Canadiense de Desarrollos Internacional
- 1998-2002. 1st Trilateral Mobility Program- México-USA-Canada
- 2004-2009. 2nd Trilateral Mobility Program- México-USA-Canada

Publicaciones:
- 5 Capítulos de libros
- 76 publicaciones en revistas científicas de arbitraje
- 160 presentaciones en congresos nacionales e internacionales

Consultarías:
- 1989 Canadian Veterinarian Overseas Services
- Agency for International Veterinary Development
- CanEd International
- Prince Edward Island Lung Association
- Tradex International
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)
- Canada-European Program for Higher Education and Training
- Evaluacion de programas de posgrado, UNAM, Mexico
- National Board if Veterinary Medical Examiners
- Belize Health Agriculture Authority
- Inter American Development Bank



CARLOS MÉNDEZ

DATOS PERSONALES:
Carlos Méndez Suarez
Natural de Jarrio - Coaña (Asturias)
Familia de gran arraigo y tradición en la producción lechera

OCUPACIÓN ACTUAL:
Director gerente ASCOL. Desde 1987
Responsable del Programa de Selección de Sementales ASCOL
Secretario Técnico de la Asociación Frisona Asturiana (ASCOLAF)

Participa y colabora en cursos, jornadas y proyectos de investigación sobre mejora genética y organización de los programas de selección.
Mantiene contactos regulares y visita a las organizaciones de selección y centros de I. A. de Europa y Norteamérica.
Visita regularmente explotaciones lecheras de países europeos, norteamericanos y latinoamericanos.

OCUPACIONES ANTERIORES:
- Director técnico de Livestock Marketing Services (1985-1987)
- Técnico Calificador de ANFE (1982-1985)

FORMACIÓN:
- Licenciado en Ciencias Químicas. Universidad de Oviedo (1975-1980)
- Dirección, Gestión de Empresas y Coaching. FFES.

SANTIAGO MENENDEZ DE LUARCA

Santiago Menéndez de Luarca es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid. Funcionario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación desde 1974, desempeñó durante la década de los 70 el cargo de Director de la Agencia de Desarrollo Ganadero en Santander. En 1980 fue nombrado Director Gerente del Instituto Técnico de Gestión del Vacuno en Navarra, para en 1984 ocupar el puesto de Director Regional de Agricultura en el Principado de Asturias.

Tres años después, en 1987, fue Director del Instituto Nacional de Denominaciones de Origen (INDO), haciéndose cargo en 1994 de la Dirección General de Industrias Agrarias y Alimentarias. En 1996 pasó a ser Vocal Asesor del Consejo Superior Agrario para, en 1999, ocupar el cargo de Consejero de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias.

Santiago Menéndez de Luarca que en la actualidad ocupaba el puesto de Vocal Asesor de la Subsecretaría del MAPA, ha sido también Consejero del Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX), de la Autoridad Portuaria de El Musel (Gijón), y Delegado del Gobierno Español en la Oficina Internacional de la Viña y el Vino con sede en París.

Autor de numerosos artículos y ponencias especialmente en los subsectores ganadero, vinos y bebidas de calidad, vitivinicultura calidad agroalimentaria, ha participado también como profesor en numerosos cursos, de los que cabe destacar los impartidos en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander.



JOSE EDUARDO SANTOS

DATOS PERSONALES

Nombre: Dr. José E. P. Santos
Nacionalidad: Brasileño

FORMACIÓN ACADÉMICA

1992: Licenciado en Medicina Veterinaria por la Universidad de São Paulo, Brasil.
1992 -1993: Private practice for 1 year
1995 MSc en nutrición de rumiantes por la Universidad de Arizona, EE.UU.
1997: Doctor en veterinaria por el departamento de Ciencias Animales
1997-200: Residencia en Medicina de la Producción de vacuno lechero por la Universidad de California, Davis

EXPERIENCIA LABORAL

2000-2007: Personal investigador y clínico del Dpto. de Salud de Poblaciones y Reproducción de la Facultad de Veterinaria de Davis, EE.UU.

Desde 2008: Profesor asociado del Dpto de Ciencias Animales de la Universidad de Florida con actividades de investigación y asesoramiento en nutrición y reproducción de vacuno lechero. Sus principales campos de investigación son la interfase entre nutrición-reproducción en el vacuno lechero y la mejora de la fertilidad y salud posparto.

OTROS MÉRITOS

2005: Premio Jóven Investigador de la American Dairy Science Association
2009: Premio de fisiología de la American Dairy Science Association

CHARLES G. SCHWAB

Prof. Charles Schwab ha sido Profesor de Nutrición en el Departamento Animal and Nutritional Sciences en la University of New Hampshire desde 1975. Es ampliamente reconocido por su investigación sobre nutrición aminoacídica en vacuno de leche. Prof. Schwab ha realizado más de 100 presentaciones y trabajos en conferencias de vacuno de leche en los últimos 10 años principalmente sobre la aplicación práctica de los últimos avances en nutrición aminoacídica y proteica para un uso mas eficiente de la proteína del pienso, repercutiendo en una mejor producción láctea.

Miembro del comité responsable de la publicación NRC (2001), Nutrient Requirements for Dairy Cattle. En 2003 Prof. Schwab funda el Ruminant Feed Analysis Consortium, una organización que actualmente ha pasado a ser la Feed Analysis Consortium, Inc. (FeedAC) y que ha sido catalogada como organización sin ánimo de lucro.

Además de su labor en enseñanza, en investigación y como responsable de explotaciones, Prof. Schwab ha impulsado y liderado numerosas iniciativas UNH, incluyendo una reestructuración de la formación de Ciencias Animales, el desarrollo del Nutritional Sciences Program, el desarrollo de un PhD Program, la construcción de un nuevo Dairy Teaching and Research Center, y el establecimiento del New England Regional Dairy Program.

Actualmente lidera una iniciativa para el establecimiento de una granja de investigación de 300-acres de producción láctea orgánica / ecológica en la UNH. Dicha granja será usada por los investigadores y educadores en el Noreste para dirigir investigaciones en sistemas de producción láctea ecológica y la educación de futuras generaciones de jóvenes granjeros en sistemas de producción basados en prácticas ecológicas.

En reconocimiento a su esfuerzo, Prof. Schwab recibió el American Dairy Science Association AFIA Dairy Nutrition Research Award en 2005. En 2006 recibe el Excellence in Public Service Award at the University of New Hampshire.

XV

CONGRESO INTERNACIONAL

ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Granada 10 y 11 de junio de 2010



PONENCIAS

PONENCIA INAUGURAL:

EL SECTOR BOVINO Y LA PAC: MIRANDO AL FUTURO

SANTIAGO MENÉNDEZ DE LUARCA
SUBSECRETARIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

"El ganado vacuno aún es rumiante"
Santiago Menéndez de Luarca et al
XLV Reunión Científica de la SEEP. Gijón jun. 2005

Para hablar del futuro, necesariamente tenemos que hablar del pasado y analizar, como eran respecto a la CEE, los elementos que configu-raban al vacuno español en 1970 y como se ha producido su adaptación a la U.E. La Eficacia constatada, en lo que a cubrir las necesidades derivadas de nuestro progreso en el consumo debido al mayor nivel de vida, no ha demostrado necesariamente una eficiencia en el aprovecha-miento de los recursos disponibles.

1.- EUROPA EN EL HORIZONTE (1970)

A pesar de que el 24 de junio de 1970 se firmó el acuerdo comercial preferencial entre España y la entonces CEE, lo cierto es que todavía se veía muy lejos nuestra adhesión a esa Comunidad.
Además de las cuestiones políticas que imposibilitaban nuestra incorporación, también ocurría que nuestras condiciones económicas distaban mucho de las que entonces había en Europa. Y, en concreto, nuestras estructuras productivas eran muy diferentes, incluyendo las estructuras agrarias.
El régimen de autarquía en el que habíamos vivido, había traído como consecuencia que el consumo se tuviera que adaptar a la producción nacional, y no al revés.

Producción y consumo.

El consumo de carne en España en el año 1970 era de 45 kg/h/año, de los que algo más de 9 kg/h (de los casi 34 millones de habitantes) eran de vacuno, siendo el grado de autoabastecimiento cárnico, del orden del 93%. Nuestras importaciones para cubrir el déficit se elevaba a unas 100.000 Tm. de carne vacuno, un tercio de lo que consumíamos.
Contrasta este consumo con el que había en aquella Comunidad Europea de entonces (6 EE.MM. y 190 millones de habitantes), que cada uno consumía 79 kg. de carne anuales, de los que 26 kg. eran de carne de vacuno. Tampoco la Comunidad era autosuficiente, con un grado de autosuficiencia del 94%, similar al nuestro, siendo en carne de vacuno esta suficiencia del 89%.
Tampoco éramos autosuficientes en el consumo de leche fresca. Para completar los 81 l/h de leche y los 5 kg/h de productos lácteos, había que importar 38.000 Tm. de leche fresca y 68.000 Tm. de leche entera en polvo, que representaba el 18% de la producción nacional, lo que provocaba la "sugerencia" del Sindicato Nacional de Ganaderos de la desnaturalización de la leche en polvo en origen, ya que iba contra los "intereses nacionales", según la terminología de la prensa de entonces.

El consumo en la CE era algo inferior en leche fresca (75 l/h) pero se compensaba con un consumo de 17 kg/h de productos lácteos, de los que 5 eran de mantequilla. Su grado de autoabastecimiento era del 100% en leche fresca y el 105% en mantequilla. Todavía no había en Europa lagos de leche y montañas de mantequillas, pero algo se vislumbraba ya.

Año 1970. Producción

	Carne (10^3 Tm)	Carne vacuno (10^3 Tm)	%	Leche total (10^6 kg)	Leche de vacuno (10^6 kg)	%
España	1.295	308	23	3.990	3.552	89
CEE	14.209	4.446	31,4	72.546	70.724	97

Año 1970. Consumo

	Carne		Carne Vacuno		Leche entera		Productos lácteos	
	Consumo/ Habitante Kg/persona	Grado de autosu-ficiencia %	Consumo/ Habitante Kg/persona	Grado de autosu-ficiencia %	Consumo/ Habitante Kg/persona	Grado de autosu-ficiencia %	Consumo/ Habitante Kg/persona	Grado de autosu-ficiencia %
España	45	93	9	69	81	93	5	96,5
CEE	79	94	26	89	75	100	17	103

Rebaño de vacuno.
la cabaña de vacuno español en el año 1970 ascendía a 4.282.000 cabezas, de las que 995.000 correspondían a terneros de menos de un año, 791.000 son añojos, 103.000 erales y 2.393.000 vacas, de las que 1.095.000 (45,7%) eran vacas lecheras, 566.000 (23,7%) eran vacas de carne, y el resto 732.000 (30,6%) eran de aptitud mixta.

Año 1970. Cabaña de vacuno

ESPAÑA		
	CABEZAS	**%**
Total	**4.282.000**	**100**
Menos de 12 meses	995.000	23,2
12-24 meses	791.000	18,5
más de 24 meses (sólo machos)	103.000	2,4
vacas	2.393.000	
vacas de leche y mixtas	1.827.000	42,6
vacas de carne	566.000	13,2
CEE		
Total	**51.305.000**	**100**
Menos de 12 meses	14.106.000	27,5
12-24 meses	10.440.000	20,3
más de 24 meses	5.450.000	10,6
vacas	21.910.000	
vacas de leche	18.400.000	35,8
vacas de carne	3.510.000	6,8

Estos datos revelan un enorme consumo de animales de menos de un año y entre 1 y 2 años. Parece deducirse una baja fertilidad.
En la CEE el número total de cabezas ascendía a 51.305.000**,** siendo el número de vacas de leche 21.910.000 (42,7%) el de vacas de carne 3.643.000 (7,1%).

Los recursos naturales.
los prados y pastos, en 1970, tenían en España una importante referencia en la cría del ganado. El pastoreo de los prados podía mantener a casi 150.000 Tm (146.990 Tm.) de peso vivo al año y el pastoreo de los pastos mantenía a 412.235 Tm. de peso vivo cada año. Es decir, nuestros prados y pastos podían sostener más de 550.000 Tm. de peso vivo. Además, la producción en verde obtenida con la siega de los prados ascendía a 15 millones de Tm. en verde según la estadística de la época (anuario de estadística agraria 1.970-71).
Esta producción se debe a una superficie de prado que ocupaba 1.523.138 has. y a unos pastos que ocupaban 16.525.913 has**.** de las que algo más de 7 millones eran de pastizal con arbolado. La superficie total de pastos y arbolado suponía la tercera parte (32,7%) de la superficie total española y casi la mitad (46,7%) de la superficie agraria útil.
La mitad de los prados (700.000 ha.) se extendía por la cornisa cantábrica y las provincias pirenaicas. Destacaba Asturias, ya que 221.706 has. ocupaban el 22% de la Comunidad Autónoma.
La entonces Castilla la Nueva y Extremadura, gracias a sus dehesas son la dos Comunidades que destacaban por sus pastos con arbolado. Son Cáceres (477.000 has.) y Badajoz (427.000 has.) las dos provincias con más pastos arbolado y las zonas con más dehesa. Las sigue Salamanca con 276.000 has.
La CE tenía una superficie de 10.305.000 has. de prados y 13.494.000 has. de pastos (en ambos casos exceptuando Holanda, de la que no hay datos). Esta superficie representaba el 21% sobre la superficie total y el 35,1% sobre la superficie agraria útil, en ambos casos sin tener en cuenta las correspondientes superficies de Holanda.
Estos recursos naturales, bien fuera pastoreo o consumo de heno se complementaba con la ingestión de piensos compuestos de los que España produjo 3.418.288 en este año de 1970. para todas las especies para ello se utilizó,

independientemente de la cebada de producción nacional (se produjeron 2.700.000 Tm.) la importación de 1.000.000 de Tm. de soja en grano.
No hace mucho que España se había incorporado al complejo industrial mundial de la soja y desde que en 1963 se produjese la primera importación de aceite de soja, el proceso sería imparable, instalación en España, por parte de las multinacionales del sector, de plantas industriales productoras de torta de soja y del correspondiente aceite.

2.- YA EN EUROPA (1986)

Después de 15 años de acercamiento, tanto en las formas de producir como de acoplamiento legislativo, el 12 de junio de 1985 se forma el acta de Adhesión de España a las Comunidades Europeas, por la que el 1 de enero de 1986 España sería un miembro más de ellos.
Cierto es que en este período, sobre todo en la última fase, se habían hecho importantes esfuerzos de adaptación de las estructuras a las que había en la CEE y nuestros modos de producir a los que exige la normativa comunitaria. Los excedentes habían aparecido ya en Europa (España contribuyó a absorber buena parte de ellos). Aquel 1970 donde había un equilibro entre la oferta y una fuerte demanda y, por otra parte, precios remuneradores para el agricultor cumpliéndose los objetivos de la PAC, quedaba atrás. Los lagos de leche y las montañas de mantequilla eran ya una realidad.

Producción y consumo.

El aumento del consumo de carne en Europa llega en estos años hasta los 90 kg/h de los que **25 kg** corresponden a carne de vacuno.

Año 1985. Consumo

	Carne		Carne Vacuno		Leche entera		Productos lácteos	
	Kg/hab.	Grado autosuf. %	Kg/hab.	Grado autosuf. %	Kg/hab.	Grado autosuf. %	Kg/hab.	Grado autosuf. %
España	66,4	99,2	10,4	99,6	80	97,6	14	93,4
CEE	89,7	101,2	25,3	101	101	102	27,1	115

En España el consumo de carne, en el año 1985, era de 2.556.220 Tm, lo que equilibra a 66,4 kg/habitante, de los que de carne de vacuno son 10,4 kg/habitante. El grado de autosuficiencia fue ese año de casi del 100% (99,2%) en el consumo de carne. Éramos autosuficientes. Por lo que el consumo de carne de vacuno se refiere, el grado de autosuficiencia era del 99,6%. También éramos autosuficientes.
Podemos indicar, en términos generales, que este periodo, desde nuestra condición de socio preferencial a nuestra adhesión, se ha producido un acercamiento de nuestro consumo cárnico hacia el de la CEE, si bien no especialmente en carne de vacuno, sino en carne de porcino.

Año 1985. Producción

	Carne (10^3 Tm)	Carne vacuno (10^3 Tm)	%	Leche total (10^6 kg)	Leche de vacuno (10^6 kg)	%
España	2.899	400	13,8	6.697	6.112	91,2
CEE	25.085	7.171	28,6	111.016	107.500	96,8

El 1985 producíamos 6,7 millones de toneladas de leche de las que la gran mayoría era de leche de vaca (6,1 millones). Nuestro consumo de leche fue de 80 kg por persona, de los que 75 fueron de leche de vaca, siendo el resto de leche condensada y en polvo. El consumo de queso fue de 4,7 kg por persona, 10,5 de otros productos lácteos, principalmente yogur, y tan sólo 0,5 kg de mantequilla.
Las importaciones netas ascendieron a 82.700 toneladas de leche fresca (un 1,2% de la leche obtenida) y a 68.500 toneladas de leches conservadas (en polvo y suero de leche).
El consumo de leche en la CEE era de 109 kg por habitante, 13,5 kg de queso y 6 kg de mantequilla.
El grado de autoabastecimiento era del 101% en leche, 107% en queso y 130% en mantequilla. Hay que destacar que el grado de autosuficiencia en leche en polvo entera, era del 347%.

Recursos naturales.

La superficie de prados y pastos en España se mantuvo en los 15 años que media entre 1970 y 1985; tierra, al menos de una forma.

Superficie de prados y pastos

	1970				1985			
	Prados	Pastos	% s/territorio	% s/ SAU	Prados	Pastos	% s/Territorio	% s/SAU
España	1.518	16.526	35,7	46,7	1.457	13.632	30	42,4
CEE	26.711		22,9	38,2	36.551		22,1	34,1

En el año 1985 el epígrafe de pastos del Anuario de Estadística se ha añadido el de monte abierto (dehesa) y monte leñoso (matorral) incluyendo estos conceptos, también, en los de SAU. Esto se hace para que haya coherencia con los datos de 1970 que incluirían los tres epígrafes (pastizal, monte abierto y monte leñoso) bajo el único epígrafe de "pastizales", por un lado, y tener presente la importancia de la dehesa en varias Comunidades autónomas, principalmente Extremadura, y el Campo Charro por otro.
Hay que destacar que la Comunidad Autónoma, con más superficie de prados era Castilla y León con 465.000 has. seguida de Asturias con 242.000 has. La Cornisa Cantábrica y Navarra sumaba la mitad de la superficie (723.400 has.)

Rebaño de Vacuno.
En el momento de la adhesión, nuestras diferencias eran:

En España		
Total animales	**4.930.000**	**100%**
Menos de 12 meses	1.144.000	23,2%
Añojos	738.000	14,9%
Más de 2 años	368.000	7,5%
Vacas	2.680.000	
Ordeño y mixtas	1.890.000	38,3%
Carne	790.000	16,0%
En la CEE		
Total animales	**77.569.000**	**100%**
Menos de 12 meses	22.395.000	28,9%
Añojos	16.881.000	21,8%
Más de 2 años	8.028	10,3%
Vacas	30.260.000	
Leche	24.300.000	31,3%
Otros	5.960.000	7,7%

Esto nos puede hacer suponer un cebo más intensivo en España que en la UE en los animales que oscilan entre los seis y dieciocho meses de edad.
Además de la comparación de los rebaños de vacuno español y comunitario detectamos que el consumidor español prefiere el consumo de carne de animales de más corta edad que el consumidor comunitario (con la salvedad italiana), más partidario de la carne roja. Del cuadro se deduce el importante sacrificio de animales de menos de 12 meses.

Tendencia hacia producciones intensivas.
En cualquier caso hay dos hechos que corroboran la tendencia española hacia una explotación más intensiva del ganado vacuno. Por un lado vemos que la cabaña de ganado vacuno aumentó entre 1970 y 1985, en un 15% de efectivos, mientras que la carne producida lo hizo en un 33%.
Igualmente ocurre con la leche de vacuno que en este periodo ha pasado de 4.332 millones de litros a 6.112 millones en 1985, lo que ha supuesto un aumento del 41%, cuando el número de vacas de ordeño ha aumentado de 1.827.000 vacas en 1970 a 1.890.000 en 1985, lo que representa un aumento de tan solo el 3,4%.
Este proceso de mayor productividad supone, que duda cabe, un proceso de eficacia para satisfacer las demandas del consumidor español, que pasaba de consumir lo que le ofrecían a ofrecerle lo que consumía.
Como vemos, en España habría un cierto equilibrio oferta, que parecía ya difícil de superar, y una demanda al alza. Pero ya entonces Victoriano Calcedo creía que la oferta se podía superar, "los científicos europeos se pronuncian por rendimientos medios de 5.000 kg. por año paro la vaca del futuro inmediato que de aquí al año 2000..." *("Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios" volumen VII 1985-1986) de la Diputación Regional de Cantabria.* Las cifras que hemos dado antes arrojan una producción media por vaca de 3.233 kg/año.
El aumento de la producción de carne y leche muy por encima del incremento de la cabaña y sacrifica, además, ganado joven, se debe a la combinación de dos causas: gran utilización de concentrados y piensos compuestos, por un lado, y el aumento, cada vez mayor, de animales con marcadas aptitudes cárnicas o lecheras, a partir de los setenta se introducen en España los sementales con fuerte especialización cárnica, como el charolés o el limusin, y las vacas con una acusada

vocación lechera. Es elocuente el hecho de que en el año 1970, 1.095.283 vacas fuesen de raza alóctona y en 1.985 este número se elevara a 1.914.172, es decir, un 74% más, cuando el censo de vacas era prácticamente el mismo.
Por otro lado, es asimismo significativo de lo que estamos diciendo, el aumento del pienso compuesto y concentrado que pasó de 3.550.000 Tm. a 11.425.593 Tm. en el año 1985 para todas las especie, es decir, aumentó un 321% cuando la cabaña lo hizo en la cifra modesta que acabo de apuntar.
La producción de la CEE habría rebasado ampliamente el consumo, que era difícil que creciese más. Ya había los lagos de leche y las montañas de mantequilla y en 1984 se habían introducido el estabilizador a la alta producción. Se había implantado este año el sistema de cuotas al que nos adheriríamos nosotros y que resultaron, como en otros productos (como el azúcar) insuficientes, porque aunque fuesen ajustados al momento presente, nuestras cuotas no habrían tenido en cuenta nuestro potencial productivo. Nuestro consumo habría estado encubierto con la importación de cerca de un 20% de leche entera en polvo como hemos indicado anteriormente.
Y el régimen de cuotas, que fijaba una producción máxima presentaba un problema productivo que Victoriano Calcedo explicaba *("Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios volumen VII. 1985-1986 de la Diputación Regional de Cantabria")*, recién creado este régimen, "ante la aplicación del régimen de cuotas en la CEE para reconducir la producción lechera a sus debidos límites, esquivando con firmeza la creación de excedentes estructurales, habremos de preguntarnos si se va a intervenir para tener menos vacas o para estabilizar su producción en determinados niveles de rendimiento". Luego volveré sobre este asunto porque el desarrollo de los hechos le daba la razón en su vaticinio.
Estos excedentes y los estabilizadores creados por la CEE ofrecían, efectivamente, la disyuntiva de plantear una ganadería cada vez más intensiva o de orientarnos hacia una manera de producir más ligada a la tierra. Yo mismo, en 1986 en una ponencia presentada en la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, llamaba la atención sobre el efecto de la competitividad que, dentro de esta alternativa podría conseguirse con la correcta utilización de los pastos y concretamente sobre la necesidad de "hacer un más eficaz y rentable uso del potencial de producción forrajera.

3.- INTEGRADOS EN EUROPA. A PARTIR DE 2008

Desde entonces han transcurrido 25 años, en los que hemos recorrido un camino común, primero con otros 11 Estados, luego con otros 14 y ahora con otros 26.
En este período de tiempo, la normativa comunitaria se ha modificado repetidamente y siempre para conseguir adaptar nuestra agricultura y ganadería a las leyes del mercado y para evitar excedentes, siempre difíciles de gestionar y, en cualquier caso de gestión muy costosa. Todo ello, sin que los agricultores y ganaderos perdiesen sus derechos adquiridos desde hace ya más de 40 años.
Así por ejemplo, se intentaba frenar la tendencia a la producción ganadera muy intensiva, no ligada a la tierra, mediante la introducción de la prima a la vaca nodriza y la de extensificación y se generaliza la introducción del pago único, si bien en este sector era momentáneamente acoplado. Además, durante este período suceden todos los episodios, de sobra conocidos, sobre las crisis alimentarias derivadas, fundamentalmente, de diversas zoopatías, de las que, posiblemente, la más conocida sea la de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (vacas locas), debida a un prión contenido en los concentrados a base de harinas cárnicas.

Además, durante este tiempo se ha producido la adhesión de 15 Estados miembros, nada menos, que han contribuido tanto a un alivio de los excedentes, como una diversificación de los modos de producir, que como hemos visto tendía a ser muy homogéneo.

Producción y Consumo.

Año 2008. Producción

	Carne (10^3 Tm)	Carne vacuno (10^3 Tm)	%	Leche total (10^6 kg)	Leche de vacuno (10^6 kg)	%
España	5.677	662	11,7	7.074	6.157	87
UE	46.687	8.033	17,2	S/D	132.624 (1)	

(1) UE (25)

El resultado de todo este proceso se refleja en el cuadro anterior, en el que se observa el enorme aumento de la producción de carne (alrededor del 50% con respecto al año 1985) en general y de carne de vacuno en particular, donde el incremento ha sido superior al 50%. No obstante, hay que indicar que en los últimos años esta producción de carne de vacuno está disminuyendo, después de haber ido aumentando de una manera constante hasta alcanzar un máximo de 715.000 tm en 2005.
Esta disminución se ve compensada con el importante aumento sostenido en los 2 años de carne de porcino que ha alcanzado los 3.543.000 tm en el año 2008.
El consumo de carne fue de 90 kg/cabeza en la U.E. en 1987 y de los que 17,6 eran de carne de bovino. El consumo en

España fue de 64 kg de carne por persona, de los que 9,1 fueron de carne de vacuno, consumo que parece estabilizado. El grado de autosuficiencia en carne era del 101% en la U.E. siendo deficitarios en carne de vacuno (grado de autosuficiencia 95%).
España, por el contrario, es una gran exportadora de carne con un grado de autosuficiencia del 122% y somos autosuficientes (100% grado de autosuficiencia) en lo que a carne de vacuno se refiere.
Por lo que a leche se refiere, en estos 25 años nuestra producción apenas si aumentó, lo que es consecuencia lógica del sistema de cuotas. El cuadro es evidente y muestra un aumento del 0,7%; es decir, el sistema de cuotas, como no podría ser de otra forma, cumplió su cometido y estabilizó la producción de leche de vaca. Pero, en mi opinión, el balance del sistema de cuotas ha sido francamente positivo para España, ya que ha posibilitado una importante reestructuración del sector, a lo largo de estos 25 años, con unos precios muy favorables.
Conviene recordar que muchos de nuestros técnicos, políticos y las mismas organizaciones profesionales agrarias, eran muy beligerantes en contra del sistema de cuotas, siendo muy pocos los que entonces la defendimos y aún la defendemos. Veinticinco años después, aquellos tan beligerantes se han tornado en defensores de las mismas.
El consumo, en cambio, no se estabilizó, si no que ha crecido de una forma importante, siendo el consumo de leche fresca de 89 litros por persona y de 40 litros en productos lácteos, destacando el queso con 8,26 kg/persona, y yogures 16,04. Por contra, no somos, consumidores de mantequilla (ya que el consumo fue tan sólo de 0,30 kg/año), ya que disponemos y consumimos una grasa de magníficas características, como es el aceite de oliva.
Todo esto nos indica una falta de autosuficiencia, quedándose la cuota láctea muy corta siendo nuestro grado de autosuficiencia del 92% si tenemos en cuenta el total de leche producida y tan sólo el 80% si consideramos sólo la leche de vaca.
De esta evolución de la producción y el consumo, observamos una aproximación a la Europa en la que nos queríamos incorporar en aquel 1970. Es evidente que teníamos nuestros propios gustos, y así había un alto consumo de carne de porcino, hasta el punto de considerar dicho consumo como integrante de la dieta mediterránea. O el bajo consumo de mantequilla, ya comentado, aunque en otros productos como el queso nuestra aproximación a la Unión Europea era evidente.

Rebaño de vacuno.
Vista esta evolución de la producción, vamos a examinar como lo ha hecho nuestra cabaña de vacuno:

	Año 2007	
	Nº cabezas	%
Total cabezas	6.585	100
Menos de 1 año	2.431	36,9
12-24 meses	774	11,7
Más 24 meses	407	6,2
Vacas de ordeño	903	13,7
Vacas de carne	2.071	31,4

Hay que indicar que la tendencia a la baja de nuestra cabaña se ha acentuado. En 2008 el número total de cabezas era de 6.020.000.
En diciembre de 2009 el número de cabezas descendía a 5.641.473, de las que 2.092.778 (37%) corresponden a vacas nodrizas y 878.000 (15,5) eran vacas de leche, que produjeron 5.753,8 millones de litros.
Hay que hacer notar como ha variado desde aquel 1970 la composición del rebaño, habiendo disminuido 10 puntos el número de vacas, pero aún hay que constatar, (se deduce del cuadro precedente) el gran consumo de carne de animales de menos de un año, que se ha potenciado desde nuestra adhesión, y el gran consumo de piensos compuestos que eso conlleva.
Comparando las producciones y los rebaños de 1985 y 2009, podemos sacar algunas conclusiones:

1ª. La cabaña se está orientando, a consecuencia de las cuotas y de otras razones socioeconómicas, hacia la producción cárnica.
2ª. Con un número sensiblemente menor de vacas de ordeño (menos de la mitad) se obtiene, como hemos visto antes, la misma cantidad de leche.
3ª. Con un número de cabezas en 2009 superior en una tercera parte (33,5%) al de 1985, se obtiene un 60,7 más de carne. Este hecho se debe, sin duda, a que como he dicho, la cabaña tiende hacia una aptitud cárnica, pero también a otras causas que a continuación se explicarán.

Recursos naturales.
La superficie de prados aumenta ligeramente hasta tener una superficie de 1.477 ha. Castilla y León sigue siendo la Comunidad Autónoma con más superficie de prados naturales, siguiendo a continuación todas la Comunidades

Autónomas de la Cornisa por este orden:
Galicia: 282.374 has.
Asturias: 209.303 has.
Cantabria: 162.747 has.
País Vasco: 115.900 has.
Navarra: 73.643 has., tan sólo se ve superada por Aragón con 41.200 has. y Andalucía con 45.312 has.

Asturias es la única Comunidad Autónoma con una sensible pérdida de superficie de prado desde 1985.
Para concluir con la evolución del sector conviene añadir dos datos. En 2008, último año del que se tiene estadísticas se duplicó, respecto a 1985, la producción de piensos compuestos hasta un total de 22.728.939 Tm, nada menos, de los que 7.446.000, corresponden, según la clasificación del INE, al epígrafe vacuno, ovino, caprino, equino, y conejos, 9.651.000 Tm. al porcino y 4.550.000 para las aves. Al tiempo que se importaron 822.000 animales vivos, en una gran parte para llenar los cebaderos, faltos de efectivos.

4.- EL FUTURO.
Hasta aquí nuestro recorrido. Si algo ha quedado patente ha sido la eficacia de nuestra ganadería para suministrar la carne y la leche de vacuno que se demandaba (ahora sí, primero es la demanda, y luego una oferta que la satisface). Somos más que autosuficientes en carne de vacuno y si no lo somos en leche y productos lácteos es por el sistema de cuotas, pero producimos la misma cantidad de leche con muchas menos vacas: se ha visto a lo largo de esta exposición. Yo no estoy nada seguro que el desarrollo de la producción sea tan positivo como de estos datos podríamos deducir en un principio.
Decía Victoriano Calcedo**,** en 1985, en los Anales del Instituto Agropecuario, ya comentados, que "los científicos y expertos europeos se pronuncien por rendimientos medios de 5.000 Kg. por año para la vaca del futuro inmediato". Lo cierto es que en 2008, el rendimiento medio por vaca fue de 6.438 litros.

Buscando la eficiencia.
Esta eficacia demostrada no se ve correspondida por la deseable eficiencia.
Estos rendimientos de leche, altos, necesitan un alto aporte de energía y proteína y es necesario que este aporte se haga adquiriendo una parte de la alimentación fuera de la explotación.
En ocasiones el ganadero se ha convertido en un comprador neto de alimentos para su ganado, estando excesivamente dispuesto a las oscilaciones de los precios de estos alimentos pudiendo hacer poco para bajar costes. El precio al que se vende la leche o la carne es, sin duda, relevante para la economía de la explotación, pero no lo es menos los costes de producción.
Y vuelvo a citar a Calcedo que asegura que "supuesta una buena calidad de forrajes las necesidades de concentrados son de 100 gramos por kg. de leche obtenida al año". En nuestras vacas de 6.500 litros de leche al año sería suficiente con 650 kg. por vaca.
Es decir, nuestra cabaña de ganado de leche (890.000 vacas en 2009) necesitaría 600.000 tm. de concentrados, no más, para producir la cuota.
Igualmente sucede con nuestro ganado de carne. En el libro "Desarrollo de sistemas eficientes de producción de carne de calidad en zonas bajas", publicado por SERIDA KRK Ediciones, en 2003, sus autores (Koldo Osoro, Antonio Martínez y Pedro Castro)**,** vienen a demostrar que el sistema que presenta mejores resultados económicos son los de producción de carne proveniente del cebo extensivo de terneras procedentes de vacas de cría, que además ha reforzado que se potencie si esta producción es mixta con ovino.
La pregunta es si esto es posible, si contamos con prados y pastos suficientes en España para afrontar este planteamiento o si, por el contrario, estamos abocados a tener una producción intensiva. Estoy convencido de que nuestra base forrajera (cortada o pastada) es capaz de mantener nuestra ganadería.
Para ello es necesario, como indicaba yo mismo en la revista "Pastos", en su número 12, de 1982, en el trabajo de título "Producción animal con base en pastos", un adecuado manejo del prado o pasto pasa por utilizar adecuadamente la hierba. Y en este buen manejo se incluye, como yo recordaba, tener una carga ganadera adecuada, ni menor (ya que no será buena para el propio pasto), ni mayor (por la imposibilidad de mantener ordenadamente el ganado).
Sabiendo que cada prado es de una calidad determinada, vamos a seguir a Koldo Osoro que asegura, en el libro ya reseñado que un buen pasto de la cornisa cantábrica permite una carga ganadera de 2 vacas de aptitud cárnica.
Cuando los concentrados vienen siendo un suplemento de la alimentación, entonces habremos sido eficientes. En cualquier caso es una obviedad que los monogástricos son mucho más eficientes transformando en carne el cereal y la soja, y el hombre es el primer monogástrico.
Y es más eficiente desde el punto de vista económico, como he dicho y desde el consumo energético. Como dije en el citado trabajo de la revista Pastos: *"En cuanto al consumo energético, en sistema de producción en pastoreo total, donde ello es posible, es de 3 a 5 veces más eficiente que los otros sistemas"*.

Ya hemos dicho que desde nuestras producciones es imposible el pastoreo total pero sí, al menos, posible como queda dicho.
Ahorramos las energías, y la energía que supone producir alimento para el ganado (como la cebada) o las divisas que supone la importación de materia prima como la soja (2.934.000 Tm importadas en 2009) para las producción de las especies rumiantes. No es lógico que nuestro ganado rumiante utilice el 65% de concentrados que el porcino, no es lógico.
En una palabra, se ahorran divisas y gastos energéticos.
Y es por este camino por el que puede orientarse la PAC del futuro.

Algunos apuntes sobre la PAC.
Está previsto que la prima por vaca nodriza siga acoplada, de hecho, es la única ayuda que no se desacoplará. Este apoyo se complementará con ayudas nacionales a aquellos modelos productivos más sostenibles en base territorial, más extensivos y basados en razas autóctonas para preservar la biodiversidad.
Asimismo, para el vacuno de leche se prevé un programa extensivo para animales con base territorial y medidas para la mejora de la calidad de la leche.
En el año 2009, las ayudas recibidas por el sector del bovino en España ascendieron a casi 390 millones de euros, con el siguiente desglose:

LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS	
Ayuda mantequilla destino repostería y otros	25.143,52
Almacenamiento privado	164.518,94
Leche para escolares	1.432.471,59
Prima láctea	3.419,83
Pagos suplementarios a los productores de leche	1.916,64
Restituciones a la exportación	407.867,19
Gastos de almacenamiento público	787.295,77
Compensación depreciación existencias	358.356,00
Tasa suplementaria	-511.986,85
Pago adicional (Reglamento (CE) 1782/2003, art. 69)	18.439.359,31
TOTAL	**21.108.361,94**
VACUNO	
Prima a la vaca nodriza	271.601.511,08
Prima al ternero	177.567,25
Prima por sacrificio	45.162.910,93
Prima por extensificación	370.259,55
Pagos adicionales de las primas	40.564,65
Restituciones a la exportación	250.075,19
Pago adicional (Reglamento (CE) 1782/2003, art. 69)	50.282.556,11
TOTAL	**367.885.444,76**

Queda dicho también, que desde hace 20 años se intenta, se toman medidas para extensificar la producción. Ya he definido claramente sobre la necesidad de que esta extensificación exista, que el ganado vacuno, que es rumiante, rumie, que viva en el prado o en el pastizal.
La Unión Europea, como es lógico, y en el marco del horizonte 2020 quiere una agricultura y una ganadería sostenible y respetuosa con el medio ambiente, que orientada al mercado no genere excedentes, en ocasiones artificiales.

El paisaje es necesario.
Pero es que esto, además de contribuir a una mejora económica de la balanza de pagos, de ser menos contaminante, contribuye a mantener el paisaje. El paisaje es "la extensión de terreno que se ve desde un sitio" según definición de la Real Academia Española. Y lo que se ve puede gustar o no, pero el paisaje, tal y como lo conocemos, es el resultado de la interacción del reino animal, vegetal y mineral y, cómo no, del hombre.
Los paisajes que tenemos se han ido formando poco a poco y mucho más rápido se pueden destruir. Si la ganadería es extensiva, el paisaje seguirá como hasta ahora, si la intensificación es muy grande, es claro que el paisaje no es sostenible, que desaparecerá. Y es que esta ganadería extensiva es la más sostenible y la que define el paisaje de dehesas y prados. Es el ganado el que hace el pasto y el pasto hace ganado.
Me gustaría concluir señalando el esfuerzo de todos los actores del vacuno español que en 40 años han sido capaces de satisfacer a 45 millones de españoles, al tiempo que pido una reflexión para que el afán por la eficacia no estorbe a la necesaria eficiencia.

INTERPRETACIÓN Y USO DE LOS ÍNDICES GENÉTICOS EN LA RAZA FRISONA.

CARLOS MÉNDEZ

Introducción.

El objetivo de la mejora genética es la modificación de la proporción de ciertos genes de manera que, dado el medio ambiente en que vive el animal, los caracteres interesantes se expresen de forma que maximicen la ganancia del productor.

Han sido muchos años donde la selección se efectuaba utilizando comparaciones de las medidas fenotípicas de producción y tipo y estas todavía siguen siendo usadas por los ganaderos por lo evidentes y entendibles que les resultan. Muchos ganaderos conocen cuales de sus vacas tienen una calificación igual o superior a 85 puntos pero pocos saben cuales están dentro del percentil 95 de la raza. Los índices genéticos les resultan menos comprensibles y más ajenos. Es tarea de todos los que de una u otra forma prestamos servicios a los ganaderos hacer más entendibles los mismos por que son la herramienta de selección más potente que tenemos y sin su uso será difícil lograr el nivel competitivo que los tiempos actuales exigen a la industria de la producción lechera.

La correcta interpretación de los índices genéticos es necesaria para poder aprovechar la información que publican los centros de cálculo.

Es mi objetivo en esta presentación revisar las características de los índices genéticos de la raza frisona que se calculan en España y de los índices MACE de la evaluación internacional realizada por Interbull.
Asimismo pretendo aportar mi opinión sobre como desarrollar a nivel de establo un plan de uso de los índices genéticos.

- ¿Qué queremos?

Los productores lecheros persiguen la rentabilidad de sus explotaciones.
La meta de las explotaciones lecheras es una meta económica, en la búsqueda de ese retorno a las inversiones y esfuerzos, los animales que transforman los distintos inputs en el producto final, la leche, juegan un papel determinante. Varias experiencias muy conocidas han estudiado la alta relación entre los méritos genéticos productivos y los rendimientos económicos.
Si preguntamos a los ganaderos como quieren que sean sus vacas las respuestas pueden ser variadas... más productivas, más duraderas, más fértiles, etc., pero todas podemos condensarlas en una: Más eficientes.
La selección pretende contribuir a producir el mayor beneficio posible de la explotación.

- ¿Cuáles son los caracteres que interesa seleccionar?

Los relacionados con el objetivo económico que suelen ser rasgos cuantitativos, influenciados por muchos genes y que presentan una variación importante en la raza.

- ¿Cómo seleccionar?

Midiendo y comparando.
El estudio de la variación de estos rasgos cuantitativos en los animales es la clave para el proceso de selección.
En nuestro caso queremos medir y comparar rendimientos de producción, rasgos del tipo, duración, fertilidad y recuento de somáticas, pero no debemos comparar las medidas fenotípicas tal cual, pues están influenciadas por otros factores no transmisibles llamados ambientales (manejo, edad, confort, enfermedades, temperatura, precisión del medidor, azar, etc.). Las medidas de cada rasgo están alteradas más o menos por el ambiente. La heredabilidad (h2) mide el porcentaje de la variación observada en el rasgo que es debida a causas genéticas transmisibles, una vez corregidas las observaciones por los efectos ambientales conocidos (lactación, edad, mes de parto, etc..).
Necesitamos conocer el valor genético transmisible de cada individuo para cada rasgo (índice genético) para comparar y seleccionar.

Los índices genéticos y los valores que lo acompañan

En el cálculo de los índices genéticos se utiliza la información de los ascendientes, la de sus parientes a través de los ascendientes, la propia y la de la descendencia.

La información de la descendencia, al poder ser abundante, es la que más puede aportar en el caso de los toros. Con la información de 120 hijas distribuidas aleatoriamente en más de 100 rebaños medios españoles se obtiene generalmente una estimación del valor genético del padre con una fiabilidad superior al 90%. Presenta el inconveniente de que no puede llevarse a cabo hasta que no se ha medido la descendencia y el intervalo generacional en vacuno es relativamente alto.

En la práctica se presentan numerosas complicaciones para la estimación de los índices genéticos que son salvadas utilizando el procedimiento de cálculo conocido como BLUP, que estima los efectos fijos ambientales y los valores mejorantes simultáneamente.

Una versión del BLUP llamada Modelo Animal es la que comúnmente se usa y tiene en cuenta todas las relaciones de parentesco entre los individuos cuyo valor mejorante se va a estimar.

El modelo BLUP-Modelo Animal tiene ciertas virtudes que merece la pena recordar:
1. Se realiza evaluación simultánea de toros y vacas, así a partir de los datos de las hijas, al calcular la prueba del toro se puede tener en cuenta cual es el mérito genético de las madres. De esta manera se corrige el hecho de que los mejores toros resultasen favorecidos por ser usados con las mejores vacas.
2. Para valorar la información de una hembra se tiene en cuenta el nivel genético medio de las contemporáneas con las que se compara.
3. Producen valores comparables entre todos los animales incluidos en la evaluación, tanto toros entre sí como vacas entre sí y toros con vacas.

Los valores de los índices genéticos de cada animal para cada carácter expresan el valor de su genotipo para ese carácter y como la descendencia recibe la mitad de los genes de su padre y la otra mitad de su madre tenemos que esperar que este individuo (toro o vaca) transmita a su descendencia la mitad del mérito genético que se le ha calculado, la otra parte del mérito genético le vendrá del otro progenitor.
Cuando no hay datos de la descendencia ni propios del individuo sobre los caracteres evaluados, el índice genético recibe el nombre de Indice de Pedigrí y equivale a la semisuma de los índices genéticos de sus padres.

Un dato muy importante que acompaña a cada índice genético es su fiabilidad, ésta depende de la cantidad y calidad de información utilizada y guarda proporción con el número de hijas, número de rebaños y número de compañeras de rebaño en cada grupo de comparación.
Cuanto más alta es la fiabilidad, más probable es que el valor estimado del índice genético sea coincidente con el valor real del índice o con el valor que pueda tener en el futuro, si aumenta la información disponible y utilizable para su cálculo. Hay que tener en cuenta que la fiabilidad no crece linealmente. Así si partimos de un índice solo de pedigrí con una fiabilidad del 35% con la adición de la información de 20 hijas es probable alcanzar el 70%, pero se necesitarán quizás 100 hijas más para alcanzar el 90%.
Este dato de la fiabilidad es usado no solo para seleccionar los toros a utilizar sino también para decidir cuanto usarlos, con el fin de no concentrar el riesgo en toros con índices poco fiables.
Otra forma de expresar la exactitud del índice genético habitual es lo que se denomina Intervalo de Confianza y refleja el intervalo en el que se espera se encuentre dos de cada tres veces (es decir el 67% de los casos) el verdadero valor genético o habilidad de transmisión del animal. El intervalo de confianza es útil debido a que otorga una expectativa realista de la magnitud de cambio que puede afectar al mérito genético calculado.
El intervalo de confianza es fácil de calcular debido a que depende solamente de la fiabilidad y de la desviación típica de cada carácter mediante la fórmula

I.C. = Ö (1-fiabilidad) x DT

Calculamos por ejemplo el intervalo de confianza para un toro con un mérito genético de 1.000 Kg de leche con una fiabilidad del 70%, teniendo en cuenta que la desviación típica para Kg de leche en España en la última evaluación es 630kilos.

I.C.= Ö (1-0,7) x 630 = 0,548 x 630 = 345,3

Lo que indica que el verdadero valor del toro caerá dos de cada tres veces entre 654 y 1.345.

654 = (1000-345) 1.345 = (1000+345)

Es decir, con un 70% de fiabilidad sabemos muy poco del valor genético real del toro.

Los índices genéticos que se calculan en España para la Raza Frisona

Dos veces al año, en Julio y Diciembre, CONAFE (Confederación de Asociaciones de Frisona Española) calcula y publica las evaluaciones genéticas de la raza frisona en España mediante el método BLUP-Modelo Animal.

Tres bases de datos son utilizadas en el cálculo, por una parte el Libro Genealógico que aporta toda la información sobre los parentescos, por otra los registros del Control Lechero, que aportan las medidas de las lactaciones con cantidad de Kg de leche, Kg de grasa y Kg de proteína, edad al parto, mes de parto, identificación del rebaño donde se produce la lactación, intervalo entre partos y recuento de células somáticas, y por otra, la base de datos de las Calificaciones Morfológicas que aporta los datos sobre los distintos caracteres del tipo medidos en la calificación.
Un hecho importante del modelo español es que la legislación que regula tanto el Libro Genealógico de la Raza Frisona y su calificación, l(Orden APA/961/2005), como la que regula el Control Lechero (RD 368/2005), establece que todas las vacas registradas deben ser calificadas y sometidas a Control Lechero, lo que ayuda a obtener una mayor fiabilidad en los índices.
Los índices genéticos en España están expresados como desviaciones con respecto al nivel genético medio de las vacas nacidas en 2005, a excepción de la prueba de longevidad, debido a que solo se valoran toros y donde el cero es el nivel genético medio de los toros valorados en la evaluación correspondiente.
En España el nivel genético de referencia se cambia cada 5 años y en ese momento de cambio también podemos apreciar mas fácilmente la mejora media ocurrida en toda la población en ese periodo de 5 años. Así, entre las vacas nacidas en el año 2000 y las nacidas en el 2005 ha habido el siguiente cambio medio en los valores genéticos.

Cambio en los valores genéticos:

Kilos de leche	+349	Índice de patas y pies (IPP)	+0,50
% grasa	-0,05	Índice compuesto de ubre (ICU)	+0,67
Kilos de grasa	+8	Índice de capacidad (ICAP)	+0,38
% proteína	-0,01	Índice general de tipo (IGT)	+0,72
Kg proteína	+11	Longevidad	0
R Células Somáticas	0	Días abiertos	+5

• La evaluación de los caracteres de producción

Se utilizan lactaciones terminadas con al menos 215 días de duración y lactaciones en curso con al menos 65 días y dos controles, utilizándose en este caso el método de extensión de lactaciones y recibiendo distinto peso según los días en lactación.

En el modelo se toman en cuenta los siguientes factores no genéticos:

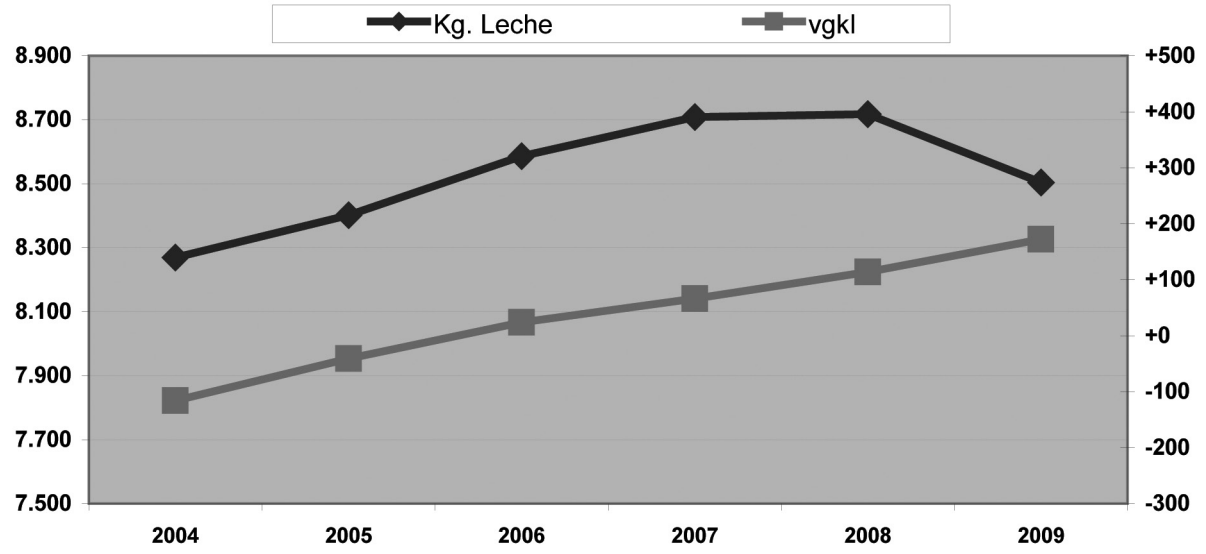
✓ Manejo: constituyéndose grupos de comparación dentro de cada rebaño, año, número de parto y época de parto y asumiendo como cierto que las condiciones de manejo para cada uno de los animales del grupo son iguales.
✓ Número de lactación y edad al parto: de esta forma se corrige este efecto y es como si todas las vacas valoradas estuvieran en la misma lactación y hubieran parido a la misma edad.
✓ Mes de parto: de esta forma se corrige este efecto y es como si todas las vacas hubieran parido el mismo mes.
✓ Efecto ambiental permanente: con el fin de evitar el riesgo que pudieran producir algunos efectos que puedan afectar al animal a lo largo de su vida, pero que no se transmiten a la descendencia.

También se realiza un ajuste por la diferente heterogeneidad de las varianzas en los rasgos productivos con el fin de evitar el sesgo que pudiera producir en las pruebas de los toros el hecho de que las hijas coincidieran más o menos en rebaños donde los caracteres varíen en un rango más amplio.

Lo que nos dicen los índices es lo superior o inferior que es un individuo con respecto a otros. Para conocer la posición relativa de un individuo con respecto al conjunto se utiliza una magnitud denominada Percentíl. Así si un toro tiene el percentíl 95 nos indica que el 95% de toros evaluados tiene un valor inferior a él.
Los valores de los índices de Kg. de leche y proteína para distintos percentiles en la valoración de Diciembre 2009 son los siguientes:

Percentil	99	95	90	85	80
Kg. leche	1175	797	588	439	315
Kg. proteína	35	25	18	14	10

No podemos esperar que los índices genéticos nos digan cuales van a ser los rendimientos de los animales, pues éstos van a depender de cómo puedan expresar su potencial genético y esto dependerá de los factores ambientales que les acompañen.



Evolución genética y fenotípica de Kgs. De Leche en Asturias

• La evaluación de los caracteres de tipo

Los ganaderos siempre han apreciado una ubre bien insertada así como unas patas bien aplomadas y con buena movilidad pues saben que cuando algo de esto falla, la vida de la vaca está comprometida.

La medición de los caracteres del tipo es realizada por un único equipo de calificadores que recoge la información cada 9 meses en todas las explotaciones registradas de España.

Se evalúan 16 caracteres, 15 de los cuales son los que recomiendan Interbull y la Federación Mundial de Asociaciones y que son los de la tabla "T", además se evalúa la colocación de los pezones posteriores. Estos rasgos son medidos en una escala lineal de 1 a 9.

A partir de estas medidas las evaluaciones genéticas calculan los índices de cada rasgo y posteriormente se agrupan formando índices combinados de capacidad (ICAP), de patas y pies (IPP), de ubre (ICU) y de tipo global (IGT). Estos índices vienen definidos por las siguientes fórmulas:

IGT = (3xEST + 18xANG + 4,5xVPP + 0,5xANPE + 10xPC + 7xANCHG + 1xAG + 4xAP - 1,5xVPL + 14xIA + 24xAIP + 4xLS + 6xPV + 2(PA-0,5xLPA)/66.53

ICAP = (21xEST + 19xANPE + 57xPC + 3xANCHG)/89

IPP = (55xMA + 22xVPP + 17xAP – 6xVLP)/89,68

ICU = (20xIA + 7xAIP + 22xLS + 34xPV + 17xCPA)/73,43

En la evaluación, CONAFE utiliza un Modelo Animal en el que se tienen en cuenta los siguientes factores no genéticos que influyen en la calificación:

✓ Rebaño – Visita – Calificador
✓ Ronda – Calificador – Parto: este efecto se introduce con el fin de eliminar el efecto de algunos cambios en las formas de calificar ocurridos a lo largo de los años.
✓ Número de lactación y edad: Aunque se persigue calificar todas las vacas en primera lactación, no siempre es posible y al tener en cuenta el número de lactación y la edad se pretende ajustar para eliminar el efecto del número de lactación y edad sobre la calificación.
✓ Estado de lactación, que es como si todas las vacas hubieran sido calificadas en el mismo estado de lactación.

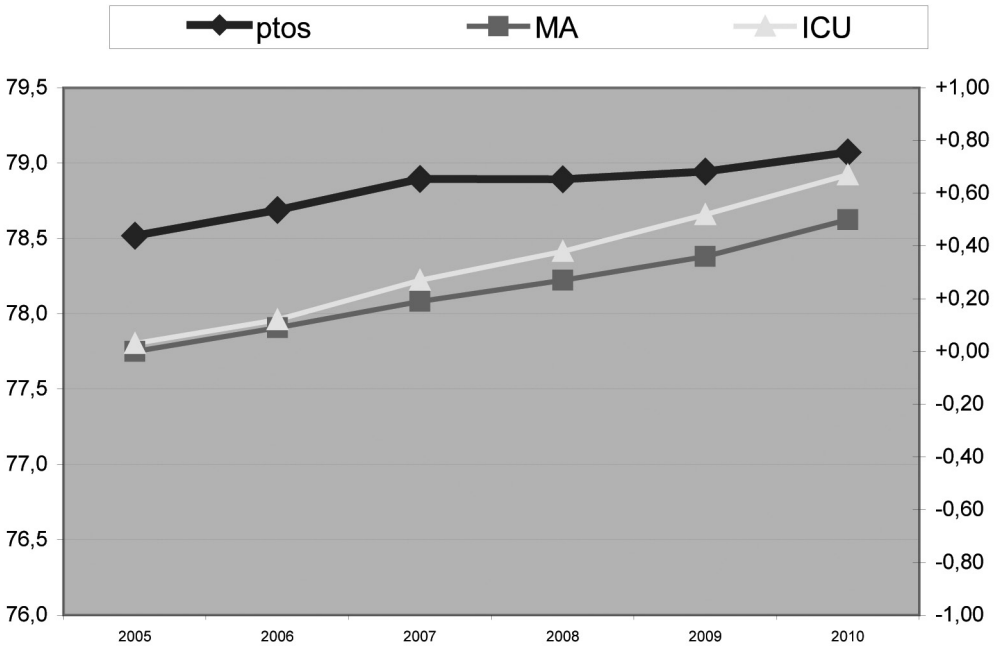
Los índices de tipo se estandarizan a una varianza común, de tal manera que todos los caracteres se expresan en la misma escala de variación.

Las heredabilidades de los distintos caracteres del tipo evaluados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla T. Heredabilidades Caracteres de Tipo	
Estatura (EST)	0,45
Anchura de Pecho (ANPE)	0,17
Profundidad corporal (PC)	0,27
Anchura de grupa (ANCHG)	0,31
Ángulo de grupa (AG)	0,34
Angulosidad (ANG)	0,25
Vista lateral de patas traseras (VLP)	0,16
Vista posterior de patas traseras (VPP)	0,11
Angulo podal (AP)	0,12
Inserción anterior (IA)	0,19
Altura Inserción posterior (AIP)	0,23
Ligamento suspensor (LS)	0,21
Profundidad de ubre (PU)	0,30
Colocación de pezones anteriores (CPA)	0,30
Colocación de pezones posteriores (CPP)	0,30
Longitud de pezones anteriores (LPA)	0,29
Miembros y aplomos (MA)	0,15
Movilidad	0,12

Los percentiles de los valores de IGT en Diciembre de 2009 fueron los siguientes:

Percentil	99	95	90	85	80
Valor IGT	1.98	1.28	0.89	0.63	0.38



Evolución genética de Miembros y Aplomos (MA), Compuesto de Ubre (ICU) y fenotípica de puntuación de Tipo en Asturias

• La evaluación de la Longevidad

Hasta aquí era todo hasta hace poco, con el sistema de selección por producción y tipo se consiguieron resultados espectaculares de producción con muchos kilos de leche por lactación y a la vez mejoras importantes en los rasgos del tipo, sobre todo en la morfología de la ubre, pero otros rasgos que tienen un gran impacto en la economía de la explotación como mamitis y problemas reproductivos empezaron a mostrar tendencias negativas. Las vacas tienen mas mamitis, problemas reproductivos y enfermedades metabólicas con altos niveles de producción, en definitiva, la longevidad se ha visto afectada y la combinación y suma de todos estos factores incrementa el coste de producción, que en definitiva es lo que la selección pretende reducir.

Este es el motivo por el cual desde julio de 2003 en España se hacen evaluaciones de Longevidad y Recuento de Somáticas y desde el 2005 también de Días Abiertos.

Con la evaluación de la longevidad funcional se pretende saber cuan larga es la vida de las hijas de un toro en comparación con las hijas de otros toros. Este carácter esta basado en los datos de desecho reales y ajustado por los rasgos más relacionados con la longevidad (miembros y aplomos, profundidad de ubre y recuento de células somáticas).

En los toros jóvenes son lógicamente pocos los datos de desecho reales de hijas (longevidad directa) por lo que los datos del tipo y RCS (longevidad indirecta) tienen una importancia relativa alta en el resultado (longevidad combinada).

La información de la longevidad que proviene del pedigrí a través de los machos tiene así mismo un peso muy importante en los toros jóvenes o con pocas hijas adultas.

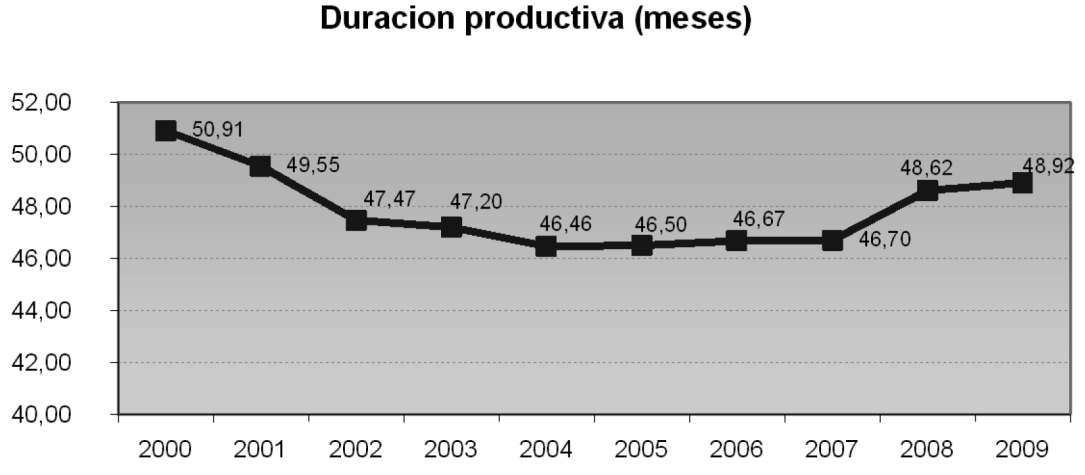
La heredabilidad de la longevidad es 0,11 por lo que la ganancia esperada mediante selección es baja.

El resultado del índice de longevidad se expresa en una escala donde 100 es el valor de todos los toros incluidos en la valoración y donde 10 es la desviación típica. Un toro con prueba por encima de 100 indica que este toro es mejor que la media de los toros valorados.

Desgraciadamente la heredabilidad de este rasgo es baja 0,043 y por otra parte no puede ser medido hasta tener al menos 2 partos de cada vaca, por lo que se necesita mayor número de medidas y más tiempo para alcanzar una fiabilidad comparable a la de los rasgos clásicos de producción y tipo. Por ello se realiza una evaluación multicaracter en el que se analizan simultaneamente los datos de primeros partos de días abiertos y kg de leche a 120 días, así como los datos disponibles de angulosidad y condición corporal. De esta manera a través de las correlaciones genéticas entre estos caracteres y días abiertos se mejora la fiabilidad . A pesar de todo las fiabilidades siguen siendo bajas en los toros jóvenes y rara vez superan el 70% (En los toros con menos del 50% de fiabilidad no se publica este índice), lo que es lo mismo que decir que pueden sufrir grandes cambios (+ ó -) al incrementarse la edad de las hijas.

Los percentiles para los índices genéticos de longevidad en la evaluación de Diciembre de 2009 fueron los siguientes:

Percentil	99	95	90	85	80
Índice Long.	121	116	113	111	109



Evolución de la duración en producción de las vacas en Asturias

• La evaluación del recuento de células somáticas

Otro rasgo de los relativamente nuevos es el recuento de células somáticas RCS. Este carácter es una medida del recuento de células somáticas en una muestra de leche. Las explotaciones rutinariamente testan, a través del Control Lechero, el RCS para controlar la salud de las ubres del rebaño y detectar casos de mamitis subclínica.

Midiendo las diferencias de RCS entre vacas en el mismo rebaño podemos determinar indirectamente su susceptibilidad a la mamitis.

Los recuentos celulares se transforman logarítmicamente a una escala lineal de 1 a 9 y son ajustados por estado de lactación y mes de control. Las medias de los recuentos ajustadas por lactación son evaluadas con un modelo que tiene en cuenta el manejo, número de lactación y edad al parto, mes de parto y efecto ambiental permanente.

La heredabilidad estimada de este carácter es igual a 0,175 por lo que la mejora esperada mediante selección es media-baja.

Los índices genéticos obtenidos son publicados en una escala de media 100 y donde una desviación típica equivale a 10 puntos. A mayor valor del índice, menor RCS.

El valor de una desviación típica equivale 0,405 unidades de la escala lineal de 1 a 9 (linear score).

En el cuadro siguiente se muestran los valores del linear score (LS) para varios niveles de RCS.

LS	RCS (x1.000)	LS	RCS (x1.000)
0	0-17	5	283-565
1	18-34	6	566-1.130
2	35-70	7	1.131-2.262
3	71-140	8	2.263-4.525
4	141-282	9	>4.526

Los percentiles para los índices genéticos de RCS en la evaluación de Diciembre de 2009 fueron los siguientes:

Percentil	99	95	90	85	80
RCS	120	114	111	109	107

• La evaluación de Días Abiertos

Uno de los últimos rasgos incluidos en la evaluación es el denominado Días Abiertos, expresado como la medida del intervalo de tiempo transcurrido entre el parto y la gestación y que prácticamente se calcula restando 282 días al intervalo entre partos.

Mejorando este rasgo se pretende incrementar la tasa de preñez y reducir los días abiertos.
Desgraciadamente la heredabilidad de este rasgo es baja 0,043 y por otra parte no puede ser medido hasta tener al menos 2 partos de cada vaca, por lo que se necesita mayor número de medidas y más tiempo para alcanzar una fiabilidad comparable a la de los rasgos clásicos de producción y tipo. Como consecuencia de esto, los toros jóvenes pueden tener mucha variación en este índice con el tiempo, lo aconsejable es no practicar selección individual con él y considerar este índice dentro de un Indice Combinado.
Desgraciadamente Días Abiertos tiene una correlación positiva con producción de leche de 0.52, o expresado de otra manera, fertilidad y producción son rasgos antagónicos.
Este índice se presenta en una escala de media 100 y desviación típica 10.
A mayor valor de la prueba de un toro menos días abiertos tendrán sus hijas debido a su genética y por lo tanto serán más fértiles.
Una desviación típica equivale a 10 días abiertos.
Los percentiles para los índices genéticos de días abiertos en la evaluación de Diciembre de 2009 fueron los siguientes:

Percentil	99	95	90	85	80
Días abiertos	128	120	116	113	111

• La evaluación de la velocidad de ordeño

El cálculo del índice de velocidad de ordeño se basa en la información de control lechero en donde cada vaca se cataloga en una de las siguientes clases: Rápidas, Normales o Lentas

La información se recoge en primer parto y en el segundo o posterior control. Dentro del modelo animal de valoración se tienen en cuenta los factores no genéticos de rebaño - año, edad al primer parto, mes de parto y días en lactación.

La heredabilidad de este carácter es igual a 0,11 y los índices se expresan en una escala de media 100 y desviación típica de 10. A mayor valor, más rápido es el ordeño de sus hijas debido a la genética.

Podemos considerar este carácter de óptimo intermedio pues los ordeños muy rápidos están asociados a esfínteres débiles que favorecen los casos de mamitis y ordeños lentos provocan problemas en el ordeño.

El índice de mérito genético total: El ICO

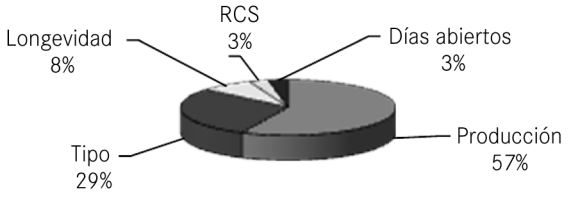
Dado que el objetivo económico depende de más de un carácter y la selección se aplica para mejorar el valor económico, se espera que el método de selección que puede producir un progreso más rápido del valor económico consista en aplicar la selección a todos los caracteres de forma simultanea, ponderando cada carácter de forma apropiada según su importancia económica, su heredabilidad y las correlaciones entre ellos, de forma que la selección se aplique a un índice global de selección como si éste fuera un carácter único, en España este índice de selección recibe el nombre de ICO.

También debemos tener presente que la importancia de cada carácter no se comporta tan linealmente en todo su rango de variación por lo que regularmente se rechazan los toros que no alcanzan un valor mínimo dado para cada rasgo o de considerarlos se usan de forma más restringida.

El ICO es revisado periódicamente a la luz de los resultados de nuevos estudios, integrando en él la nueva información que se va generando continuamente y valorando distintos escenarios posibles de futuro. En Diciembre de 2009 ha habido un cambio importante en la formula del ICO después del estudio realizado por el departamento técnico de CONAFE y publicado en Frisona Española en un articulo titulado "Redefinición de los objetivos de selección. Estimación de los pesos económicos"

El ICO ha quedado establecido con los siguientes pesos:

57% Producción
29% Tipo
8% Longevidad
3% RCS
3% Dias Abiertos



Nótese que con el fin de que la importancia relativa dada a cada carácter sea la acordada, los índices genéticos son divididos previamente entre las desviaciones típicas correspondientes con lo que la fórmula final es:

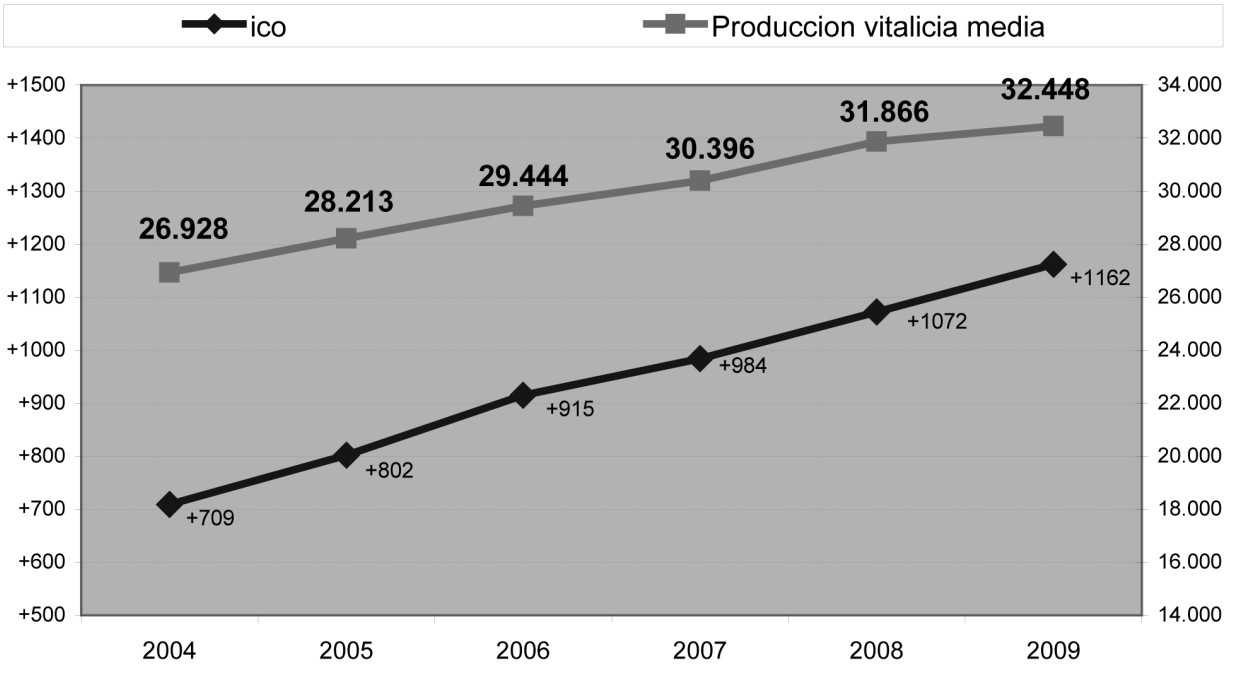
Fórmula del ICO

ICO=1300 + 11 [22* KL/DT_KL + 5* KG/DT_KG + 30* KP/DT_KP + 18* ICU/1.0 + 11* IPP/1.0 + 8* (longevidad-100)/DT-LON + 3* (RCS-100)/DT_RCS + 3* (DA-100)/DT_DA]

DT_KL = 630
DT_KG = 23
DT_KP = 20
DT_ICU= 1
DT_IPP = 1
DT_LON = 10
DT_RCS = 10
DT_DA =10

La tabla de percentiles del ICO en la evaluación de Diciembre de 2009 se muestra en la tabla siguiente:

Percentil	99	95	90	85	80
ICO	2469	2078	1872	1716	1604

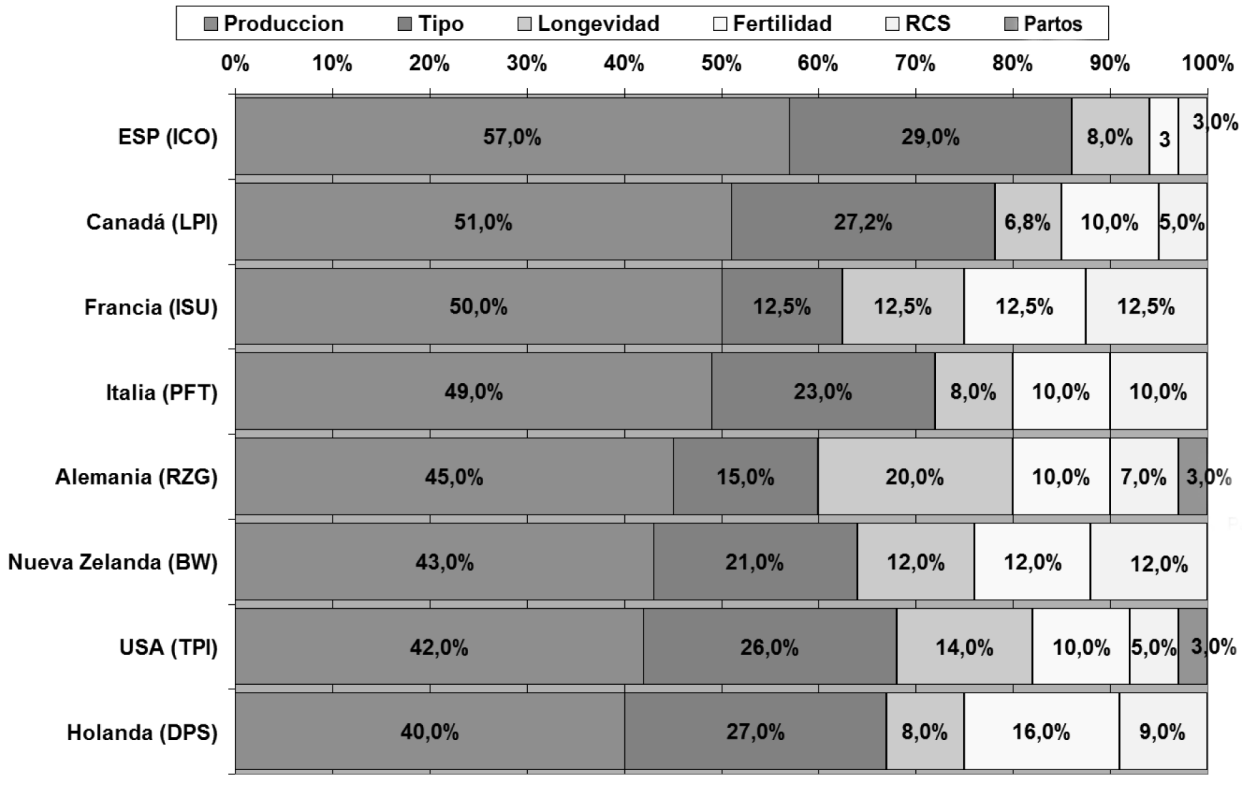


Evolución del ICO medio de las vacas vivas por año y de la producción vitalicia

• Otros índices de selección

Cada país que realiza evaluaciones genéticas de la raza frisona tiene desarrollado uno o varios índices de selección. Aunque todos pretenden dirigir la selección hacia la consecución de los mejores rendimientos económicos futuros, en la gráfica siguiente podemos apreciar algunas diferencias entre ellos.

Estas diferencias obedecerán a distintas orientaciones de la selección, seguramente debidas a las diferencias en los sistemas de explotación y/o a distintas previsiones de futuros escenarios para el sector lácteo.



La evaluación internacional - INTERBULL

Interbull es un subcomité de ICAR (International Committee for Animal Recording) con sede en Upsala – Suecia, que nace en 1983 como respuesta a la demanda de comparaciones fiables entre animales, toros y rendimientos entre diferentes países dentro de un mercado de material genético cada vez más global.

La dificultad de hacer comparaciones tiene su origen en:

- ✓ Los diferentes métodos usados en las evaluaciones nacionales
- ✓ Los diferentes objetivos de selección en cada país
- ✓ Las diferencias en los niveles genéticos
- ✓ Las diferencias ambientales y métodos productivos

Desde entonces, el intercambio internacional de información propiciado por Interbull ha ayudado a los países miembros a utilizar métodos mas uniformes y efectivos de evaluación genética.

En 1996 la Unión Europea designó a Interbull como el centro de referencia de la UE para las evaluaciones bovinas. Interbull dispone de un comité asesor científico y un comité técnico además de diferentes grupos de trabajo que tratan de utilizar adecuadamente la información que se va generando y de mejorar los métodos de valoración.

En 2009 han participado en las evaluaciones genéticas internacionales de Interbull 29 países.

Desde el año 2000 recibimos en España de Interbull las evaluaciones internacionales MACE (Multiple Across Country Evaluation) de todos los caracteres incluidos en el índice de selección.

El MACE combina las pruebas de los toros calculados en los distintos países utilizando estas pruebas y toda la información de las relaciones de parentesco conocidas entre los toros.

MACE puede producir reordenaciones en las listas de diferentes países, esto ocurre cuando los animales tienen mejores rendimientos en ciertos ambientes que en otros y/o cuando los métodos de evaluación son distintos entre países.

El índice de un toro para un segundo país se puede expresar por una ecuación del tipo:

A modo de ejemplo el cálculo de la prueba MACE de INTERBULL en España de un toro que solo tiene hijas en EEUU se calcula:

$$\textbf{MACE del toro en ESPAÑA} = IP_{ESPAÑA} + K^{*}(PRUEBA_{EEUU} - IP_{EEUU})$$

IP_{ESP} Indice de Pedigrí de las pruebas MACE en la base y escala de España (utilizando la información existente en todos los países)

$PRUEBA_{EEUU}$ Prueba del toro en EEUU

IP_{EEUU} Indice de Pedigrí de las pruebas en la base y escala de EEUU

K Coeficiente para transformar la escala de EEUU a España. Es función de la correlación genética entre EEUU y España y del cociente de desviaciones típicas genéticas entre machos en cada país:

$$K = r_{EEUU-ESP} * \frac{DT_{ESP}}{DT_{EEUU}}$$

$r_{EEUU-ESP}$: Correlación genética calculada por INTERBULL

DT_{ESP} :Desviación típica genética entre machos en España calculada por INTERBULL (1)

DT_{EEUU}: Desviación típica genética entre machos en EEUU calculada por INTERBULL (2)

(1) Expresada como valor de mejora
(2) Expresada como habilidad de transmisión

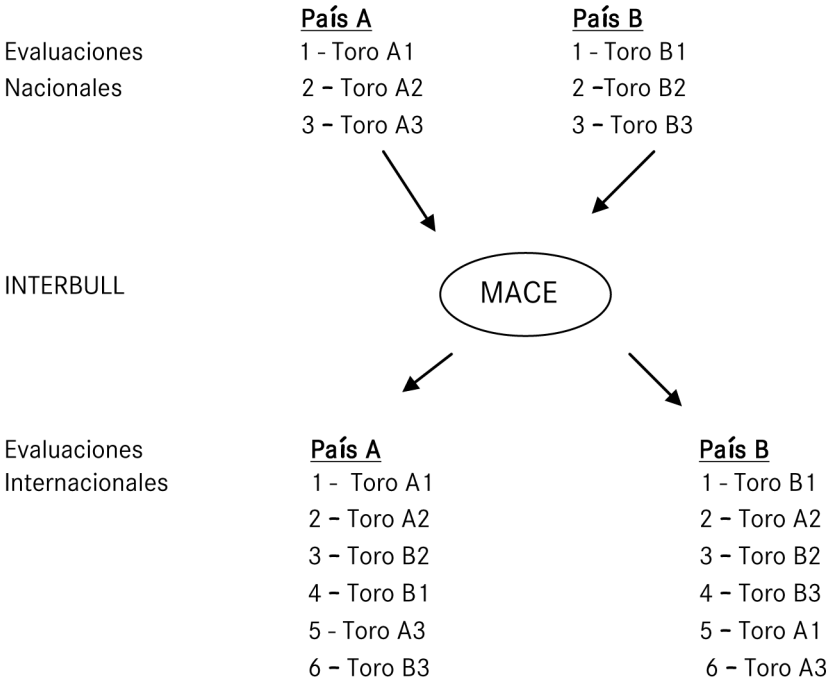
Las correlaciones para cada índice entre diferentes países se basan en los resultados de las pruebas de los toros comunes, es decir que tienen prueba en ambos países.

A modo de ejemplo se muestran a continuación las correlaciones para el índice de Kg. de leche, entre varios países calculadas y utilizadas por Interbull en Abril 2010.

Correlaciones en Holstein - Kg. de leche

	CAN	DEU	DFS	FRA	ITA	NLD	USA	CHE	GBR	NZL	AUS
DEU	0.92										
DFS	0.92	0.90									
FRA	0.93	0.89	0.90								
ITA	0.93	0.88	0.88	0.91							
NLD	0.94	0.92	0.92	0.92	0.90						
USA	0.94	0.90	0.89	0.91	0.94	0.91					
CHE	0.93	0.89	0.92	0.96	0.89	0.94	0.88				
GBR	0.89	0.87	0.90	0.89	0.87	0.92	0.87	0.91			
NZL	0.75	0.75	0.75	0.76	0.75	0.75	0.75	0.76	0.75		
AUS	0.83	0.77	0.81	0.86	0.79	0.82	0.78	0.87	0.84	0.85	
ESP	0.93	0.90	0.90	0.92	0.91	0.91	0.92	0.92	0.87	0.75	0.82

Por esta razón Interbull calcula un distinto set de resultados para cada país como se puede ver con el siguiente ejemplo:



Interbull entrega a cada país una lista de las evaluaciones internacionales para todos los caracteres y de todos los toros evaluados, expresada en las unidades de cada país y relativa a su propia base genética. Esto proporciona la ventaja de que cada país puede identificar los mejores animales de entre todos los países participantes que mejores resultados produzcan en las condiciones y métodos de producción suyas.

Interbull calcula y entrega los índices genéticos y son las organizaciones responsables en cada país quienes confeccionan y publican los rankings usando sus propios objetivos de selección.

El efecto de la no total uniformidad en los métodos de cálculo de cada país y la interacción entre genotipo y medio ambiente hace que los índices genéticos de los diferentes rasgos a valorar de un toro no coincidan exactamente en los países que tienen descendencia de este toro. Los toros que tienen descendencia en varios países son fundamentalmente

los que producen información sobre las correlaciones medias existentes entre los distintos índices calculados en cada país y esta no total correspondencia hace que en la práctica los toros extranjeros sufran una reducción en sus índices de origen y también hay una lógica reducción de la fiabilidad de éstos.

Dicho esto hay que hacer notar que las evaluaciones internacionales (MACE) producidas por Interbull son las únicas evaluaciones internacionales disponibles y en sus comités trabajan técnicos de todos los países punteros en selección animal. Estas evaluaciones permiten comparar las pruebas de toros de distintos países entre si con los toros españoles y en las unidades y escala española, lo que permite a su vez compararlas con nuestras vacas.

El uso de los índices genéticos

Medir, comparar y **seleccionar.**

Antes de adentrarnos más en el proceso de selección vamos a revisar los factores de que depende el progreso esperado mediante selección

Por medio de la selección, el cambio que podemos realizar en el valor genético de los animales de una población, se encuentra afectado por varios factores: la variación genética, la intensidad de selección, la exactitud de selección y el intervalo generacional y se puede expresar con una ecuación del tipo:

$$\text{Progreso genético por unidad de tiempo} = f\ \frac{\text{Exactitud x Intensidad x variación Genética}}{\text{Intervalo generacional}}$$

El progreso genético por unidad de tiempo es máximo cuando la exactitud, la intensidad y la variación genética son lo más grandes posibles y el intervalo generacional lo más pequeño posible.

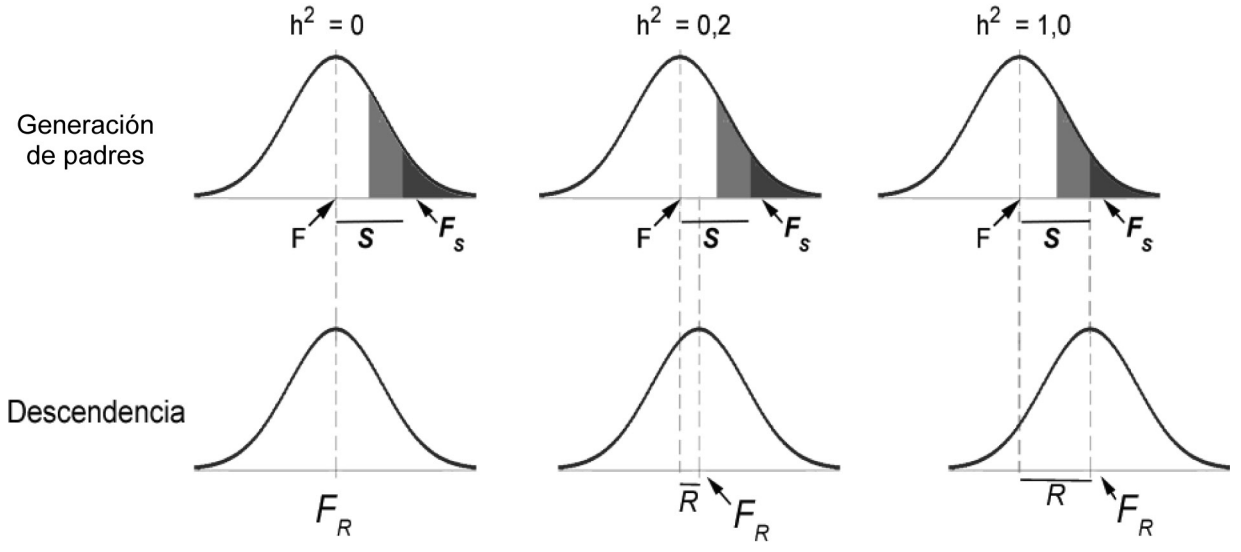
En cuanto a la exactitud, el factor principal que limita la exactitud de las estimaciones del mérito genético es la heredabilidad del carácter y para una misma heredabilidad la cantidad y calidad de las medidas. Las pruebas de progenie de los toros basadas en medidas de calidad y con genealogías de las hijas correctas hacen posible una alta exactitud al determinar sus índices genéticos.

Podemos actuar sobre la exactitud eligiendo progenitores con alta fiabilidad y podemos actuar sobre la intensidad de selección eligiendo padres y madres que se encuentren en percentiles altos, No podemos actuar sobre la heredabilidad ni sobre la varianza genética que son propias de la raza para una conjunto de medidas fenotipícas dadas.

El intervalo generacional es la edad promedio de los padres cuando nace su descendencia, cuanto más corto es el intervalo generacional, mas progreso genético por año se puede conseguir. Aún así, un intervalo generacional más largo puede incrementar la exactitud de selección debido a que hay mas información disponible.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que cuanto más alta es la heredabilidad de un rasgo (h^2) mayor es la posibilidad de obtener una ganancia genética por medio de la selección.

Se muestra en la figura siguiente un ejemplo de la respuesta a la selección en una generación bajo tres valores de heredabilidad.



La región sombreada de la generación de padres es la población seleccionada, F y F_s son los valores fenotípicos medios de la población de padres seleccionada respectivamente y F_R es la media fenotípica de la descendencia, S es la Intensidad de selección y corresponde a la diferencia entre la media poblacional de padres y la media seleccionada (F_s – F), mientras que R es la respuesta a la selección, es la diferencia entre la media poblacional parental y la de la descendencia (F_R – F) y en donde $R = h^2 S$.

Un plan de selección en el rebaño

El primer paso debería ser el establecimiento de objetivos en el rebaño, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Perseguir el mayor progreso genético.- Maximizando el ICO o el índice combinado que mejor se adapte a la orientación que se persiga en el rebaño y limitando en lo posible debilidades acusadas en los índices de los caracteres que lo componen.
- Invertir con Seguridad.- Limitando el riesgo de variaciones importantes por poca fiabilidad de los toros utilizados,
- No debilitar las posibilidades de mejora en las siguientes generaciones.- Manteniendo en lo posible variabilidad genealógica en el rebaño para controlar la consanguinidad.
- Cuidar la Rentabilidad.- Valorando ganancia esperada contra inversión /coste.

El objetivo es el progreso genético y por tanto no podemos perder de vista lo que nos dice la formula del progreso genético.

Debemos optimizar la intensidad, la exactitud y el intervalo generacional.

La intensidad: Dentro del grupo de madres posibles hay pocas oportunidades de seleccionar las más altas en índices por la necesidad de dedicar todas las reproductoras a madres debido a la alta tasa de reposición que existe actualmente en los rebaños. De todas formas si hubiese posibilidad de seleccionar las mejores reproductoras por ICO deberíamos de hacerlo. La utilización del semen sexado favorece esta posible selección de madres.

Dentro del grupo de padres a utilizar, sí es posible aplicar una intensidad de selección muy alta. Es decir seleccionar pocos de entre muchos (hay más de 100.000 toros probados en la evaluación internacional), afortunadamente la mayor parte de los toros que ocupan los percentiles altos de la evaluación nacional e internacional están disponibles en el mercado.

Pero esta alta intensidad en la selección de padres que podemos hacer esta limitada fundamentalmente por La exactitud de las pruebas. Hay un importante grupo de toros de baja fiabilidad en los percentiles altos, por lo que lo que podemos ganar por intensidad lo podemos perder por falta de exactitud si se utilizan toros con índices poco fiables.

En cuanto al intervalo generacional dentro del rebaño hay pocas oportunidades de acortarlo, sobre todo si necesitamos utilizar todas las hembras como madres: Si fuese posible deberían ser fundamentalmente las novillas las madres de la próxima generación.

Dentro del plan para el rebaño, en una primera etapa interesa conocer las características genealógicas y genéticas del conjunto de hembras del rebaño que deben ser apareadas en un futuro próximo, el índice medio del grupo para cada rasgo y los índices extremos.

En función de lo anterior se puede hacer una primera preselección de toros, teniendo en cuenta que debemos disponer de opciones para todas las vacas y por lo tanto debemos elegir un grupo de toros altos en ICO y de distintas genealogías para evitar apareamientos consanguíneos. Hay que tener en cuenta que en los procesos de selección inevitablemente la mayor parte de los mejores toros de hoy son hijos de los mejores toros de ayer y por lo tanto estarán emparentados con parte de las hembras del rebaño, con lo que el riesgo de realizar apareamientos con alto nivel de consanguinidad es elevado.

También es importante disponer de toros con índices muy mejorantes en algunos rasgos donde se concentren los defectos más acusados a corregir y lógicamente tener en cuenta el precio.

En este último punto se pueden hacer comparaciones del coste de la mejora dividiendo el coste de la dosis seminal entre las unidades de ICO y ponderar el resultado con la fiabilidad de la prueba.

Aunque la información que podemos utilizar para comparar pruebas de toros de distintos países son las pruebas internacionales MACE en base española, sí es aconsejable tener en cuenta toda la información disponible. Conociendo el país donde se haya evaluado el toro podemos acudir a la información que publica el centro de cálculo de ese país y descubrir otras virtudes o defectos que la evaluación internacional no descubre o no contempla. Siguiendo el principio de que toda información fiable es importante, debemos tener en cuenta los comentarios de los ganaderos propietarios de las hijas y las de los técnicos independientes, ver las hijas en los establos, etc. etc. Aquí no hay ecuaciones ni fórmulas,

pero comprobar en los establos como rinden las hijas de los toros y como evoluciona su morfología con las lactaciones ayuda a no equivocarse, sobre todo cuando se pretende utilizar toros con pruebas de primera cosecha.

Una vez preseleccionado en función de lo anterior el grupo de toros a utilizar en el rebaño deberemos seleccionar el mejor o adecuado para cada vaca.

En principio la primera opción para cada vaca siempre será el toro más alto en el índice que queremos optimizar, pero deberemos desecharla si el grado de consanguinidad teórica que produciría el apareamiento es superior a nuestro limite (por ejemplo 3.12% de consanguinidad estimada en 5 generaciones). Por otra parte el acoplamiento debe ser desechado si en alguno de los índices el fruto del cruzamiento no alcanza el valor mínimo deseado.

Finalmente debemos limitar la utilización de toros con índices poco fiables y valorar el coste de las dosis seminales por lo que es aconsejable disponer de varias opciones que cumplan todos los requisitos.

En estas tareas nos podemos ayudar de herramientas informáticas que de forma rápida realizan cálculos de los resultados esperados con todos los posibles apareamientos que se propongan para un conjunto de vacas con un conjunto de toros. Estas aplicaciones informáticas se las conoce popularmente con el nombre de Programas de Acoplamientos.

A modo de ejemplo describiré brevemente el modo de operar del programa de acoplamientos Sirescan desarrollado por ASCOL. Este programa utiliza los índices genéticos de toros y vacas en la base española y sigue una serie de pasos para llegar a una propuesta final.

Una vez preseleccionados los toros candidatos a padres y las hembras a aparear la aplicación calcula la consanguinidad que produciría cada uno de los cruzamientos posibles y los índices de pedigrí de todos los cruzamientos posibles para todos los rasgos.

En la segunda etapa se elige el criterio de selección que oriente la dirección del progreso genético pretendido. El criterio de selección elegido es normalmente el ICO aunque podemos elegir otro si previamente se ha definido.

En la última etapa se puede refinar la selección mediante la aplicación de restricciones que descarten aquellos cruzamientos que incumplen criterios que podemos fijar dinámicamente (consanguinidad admisible máxima y/o índices mínimos para uno o varios rasgos) con lo que podemos aplicar una distinta presión de selección para cada rasgo. Así mismo podemos limitar el uso de los toros con baja fiabilidad.

Finalmente obtenemos la selección de toros que acoplados con cada vaca producirían descendencia que cumpliría en sus índices de pedigrí los requisitos fijados. Con varios toros posibles para cada vaca ordenados según el índice combinado que pretendemos maximizar. En la decisión final el ganadero puede tener en cuenta el precio de cada uno.

La selección de los toros a utilizar en I.A. no es la única vía de entrada de nueva genética en las explotaciones. Junto con la selección y la mutación hay una tercera fuerza que hace cambiar las proporciones de los genes en una población es la migración.

España es un país deficitario en novillas y se importan anualmente cerca del 6% de las novillas necesarias para reposición.

En el año 2009 se registraron en el Libro Genealógico Español de la Raza Frisona 9.495 hembras importadas, por lo que no es desdeñable el impacto que produce este fenómeno sobre el valor genético medio de la población frisona española.

La selección de estos animales debería basarse en sus índices genéticos, pero aunque éstos estén disponibles, pocas veces son utilizados, a lo que se añade la dificultad que presenta el no ser directamente comparables con los españoles.

Este problema se puede solventar mediante la transformación de los índices, utilizando las fórmulas de conversión que Interbull calcula después de cada evaluación internacional, siempre y cuando las novillas procedan de un país que participe en las evaluaciones de Interbull.

Las formulas de conversión para cada rasgo son ecuaciones lineales del tipo:

Índice Esp. = Factor A + (Factor B x Indice de país de origen)

Los factores A y B a utilizar en cada caso son publicados por Interbull. Como ejemplo se muestran a continuación los factores A y B (calculados por Interbull en Abril 2010) para convertir a los índices españoles los índices de Kg. leche de algunos de los países que comúnmente suministran novillas o embriones a España:

MILK : ESP = -97.6373 + 0.6180 * CAN
MILK : ESP = -234.0412 + 0.8022 * DEU
MILK : ESP = -4097.4961 + 41.2676 * DFS
MILK : ESP = 28.5513 + 0.7193 * FRA
MILK : ESP = -118.9234 + 0.7989 * ITA
MILK : ESP = 14.3174 + 0.7463 * NLD
MILK : ESP = 149.9477 + 0.6682 * USA
MILK : ESP = -440.0228 + 0.9500 * CHE
MILK : ESP = -137.1930 + 1.8220 * GBR
MILK : ESP = -410.8108 + 0.9808 * BEL
MILK : ESP = -875.9803 + 2.8786 * IRL

Nuevos caracteres a introducir en la selección y los test genómicos

Se está haciendo actualmente en muchos países un intento de abordar genéticamente la mejora de otros rasgos de salud. Se trata de reducir la susceptibilidad a presentar casos de desplazamiento de abomaso, cetosis, laminitis, quistes ováricos y metritis.

Las publicaciones refieren heredabilidades suficientemente altas para ser consideradas interesantes dentro de los programas de mejora genética.

Para desplazamientos de abomaso 0.18, para cetosis 0.11, y para laminitis, quistes ováricos y metritis 0.08. A su vez con correlaciones positivas altas entre ellos.

Entre desplazamientos y cetosis 0.45, entre cetosis y quistes ováricos 0.42, y entre cetosis y laminitis 0.19.

Según los artículos de Nate Zwald et al en el Journal of Dairy Science (JDS 87: 4287-4294 y 4295-4302), la positiva relación genética entre estos rasgos parece indicar que las hijas de ciertos toros tienden a ser más susceptibles a todos estos desordenes de salud.

Para poder obtener valores del mérito genético de estos rasgos se necesitaría información con la suficiente cantidad y calidad y ahí se encuentra actualmente el problema que se trata de resolver.

Por otra parte, recientemente se está incorporando otra información a la selección, es la información genómica basada en los estudios de asociación de los caracteres de interés económico con las distintas secuencias que presentan partes del ADN de cada animal.

Estos estudios son actualmente uno de los principales objetivos de investigación en todo el mundo pues potencialmente son muy interesantes porque incrementan la fiabilidad de los índices a edad temprana, con lo que se puede disminuir el intervalo generacional y aumentar la intensidad de selección.

En algunos países que ya incorporan la información genómica en los índices de selección ponderan actualmente esta información con un peso equivalente a la información suministrada por una prueba de descendencia de 10 ó 15 hijas, dependiendo del rasgo que se trate.

Aunque actualmente en los toros probados, los test genómicos aportan poca información en comparación con la que aportan las pruebas de descendencia que ahora tenemos, sí son interesantes en las vacas porque aportan comparativamente mucha información y también son interesantes en los rasgos de baja heredabilidad y en la selección de los terneros a someter a prueba de descendencia.

Los test genómicos no han hecho nada más que empezar, ellos aportan nueva información. Hasta ahora las teorías de la genética se trataban de demostrar con experimentos, ahora al contrario, la teoría trata de explicar los resultados del laboratorio.

Es de esperar muchas novedades en este campo en el futuro próximo y es de esperar que su importancia relativa dentro de los índices de selección vaya en aumento.

Sitios web de interés y centros de cálculo de evaluaciones genéticas:

DairyBulls - www.dairybulls.com
Animal Evaluation / AEU (NEW ZEALAND) - www.aeu.org.nz
Animal Improvement Programs Laboratory / AIPL-USDA (USA) - http://aipl.arsusda.gov
Associazione Nazionale Allevatori Frisona Italiana / ANAFI (ITALY) - www.anafi.it
Australian Dairy Herd Improvement Scheme / ADHIS (AUSTRALIA) - www.adhis.com.au
Canadian Dairy Network / CDN (CANADA) - www.cdn.ca
Confederación de Asociaciones de Frisona Española / CONAFE (ESPAÑA) - www.conafe.com
DairyCo (GREAT BRITAIN) - www.dairyco.org.uk
Danish Agricultural Advisory Centre (DENMARK) - www.landscentret.dk/English/English.htm
Holstein Association USA (USA) - holsteinusa.com
Institut de l'élevage (FRANCE) - http://www.inst-elevage.asso.fr/
Interbull - http://www.interbull.org/
Irish Cattle Breeding Federation / ICBF (IRELAND) - www.icbf.com
NRS (THE NETHERLANDS) - www.cr-delta.nl
State agency Agricultural data centre (LATVIA) - www.ldc.gov.lv/index.php
State Animal Breeding Supervision Service (LITHUANIA) - http://www.zum.lt/en/
Swedish Dairy Association (SWEDEN) - www.svenskmjolk.se
Swiss Holstein Association (SWITZERLAND) - www.holstein.ch
VIT (GERMANY) - www.vit.de

GESTIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA DE EXPLOTACIONES BOVINAS EXTENSIVAS: UN NUEVO RETO PARA EL VETERINARIO

DR. VICENTE JIMENO VINATEA[1] Y DRA. TERESA CASTRO MADRIGAL[2]
[1]DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL E.U.I.T. AGRÍCOLA (U.P.M.)
[2]DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL FACULTAD DE VETERINARIA (U.C.M.

1. Introducción

La producción de carne de vacuno en el Mundo aumentará a un ritmo anual del 1,1% a lo largo de la próxima década, alcanzando las 60,7 millones de toneladas (Tm) en 2018, lo que permitirá un importante crecimiento en las exportaciones de carne de vacuno (2,0 % anual), alcanzando a final del año 2018 un volumen de 7,0 millones Tm de carne exportada, con respecto a la base de 5,3 millones Tm en el año 2008 (FAPRI, 2009). La UE con una producción aproximada de 8 millones de Tm representa el 13% de la producción mundial. Desde al año 2003 la UE se ha convertido en un pequeño importador de carne de vacuno, y mantendrá esta posición durante la próxima década, pudiendo llegar a importar en al año 2018 cerca de 570.000 Tm de carne.

Con esta nueva situación de la UE en el mercado mundial de la carne de vacuno, el subsector de vacas de cría adquiere una enorme importancia estratégica.

Durante la última década, el censo de vacas nodrizas en la Unión Europea se ha mantenido bastante estable, con un ligero incremento del 1% en dicho periodo, hasta alcanzar los 12,4 millones de vacas de cría en el año 2008. Los cuatro estados miembros con mayor censo de vacas nodrizas son: Francia (33%), España (15%), Reino Unido (14%) e Irlanda (9%). Como puede observarse, el sector de vacas nodrizas en la UE se encuentra repartido de forma muy heterogénea.

En España, las explotaciones de vacas nodrizas a través de los terneros destetados y engordados en los cebaderos, suministran en torno al 60% de la carne producida, además de permitir una producción sostenida en regiones marginales y de escaso potencial agrícola.

Desde hace tiempo, casi el 60% de las vacas de cría en España se localizan en tres comunidades autónomas, Castilla y León, Extremadura y Andalucía y un 33% del censo en Galicia, Cornisa Cantábrica, País Vasco, Navarra y zona de los Pirineos.

Como consecuencia de la implantación del sistema de cuotas lecheras y el desarrollo experimentado por este subsector ganadero, se ha producido una sustitución parcial de vacas lecheras por vacas nodrizas, junto a la Política Agraria Común (PAC) que introdujo el sistema de primas en el sector de vacas nodrizas, ha provocado que en España el censo de vacas de cría desde el año 1986 hasta hoy se haya triplicado.

En la actualidad, en nuestro país conviven dos grupos de explotaciones de vacas nodrizas, unas orientadas claramente al cobro de la subvención en las que la producción de carne no es lo más importante y otras, que a lo largo de las dos últimas décadas han experimentado una enorme evolución y especialización, enfocadas a mejorar la rentabilidad de sus explotaciones incrementando su productividad (kg de carne/vaca/hectárea).

Este trabajo va destinado a los propietarios y técnicos que gestionan estas explotaciones especializadas, cuyo objetivo es obtener y destetar un ternero por vaca y año.

1. Aspectos económicos de la explotación de vacas nodrizas

El potencial de producción de las vacas de cría es muy limitado, se reduce en el mejor de los casos a la producción de un ternero destetado por vaca y año, por lo que hay que conseguir que sean terneros de calidad, que respondan a las necesidades del mercado y permitan maximizar los ingresos de la explotación.

Las explotaciones de vacas nodrizas se caracterizan fundamentalmente por la gran dependencia de su rentabilidad de las ayudas europeas y por la diversidad de sus sistemas de producción (diversidad en el uso del suelo, nivel de intensificación, etc.) (Veysset y col., 2005). Esta diversidad puede considerarse como una ventaja, puesto que permite adaptar cada sistema de explotación a las condiciones medio ambientales de cada zona y obtener el máximo beneficio.

En las explotaciones de vacas de cría en España, tres factores de producción son responsables de más del 70% de los costes totales de producción. Estos factores son la alimentación, mano de obra y la tasa reposición o de renovación de vacas adultas.

Los factores más importantes que afectan a la viabilidad financiera de las explotaciones de vacas nodrizas son la alimentación y la reproducción del rebaño. La alimentación representa el coste más importante, cuando se expresa sobre los costes totales representa en torno a un 28% y algo más del 50% si se hace sobre los costes variables. Los gastos que engloba esta partida comprende el valor de la renta de las fincas y los gastos generados por la alimentación suplementaria que reciben los animales. La carga ganadera (UGM/hectárea) en España varía mucho de unas zonas a otras, desde las 0,4 UGM/ha en el ecosistema de la dehesa a 1,2 UGM/ha en la Cornisa Cantábrica y el norte de España. Sin embargo, el desarrollo de cultivos agrícolas que podrían permitir mejorar la gestión de la alimentación, con una reducción en los costes de producción, es bastante difícil por las condiciones climatológicas y la escasa disponibilidad de suelo cultivable en nuestro país.

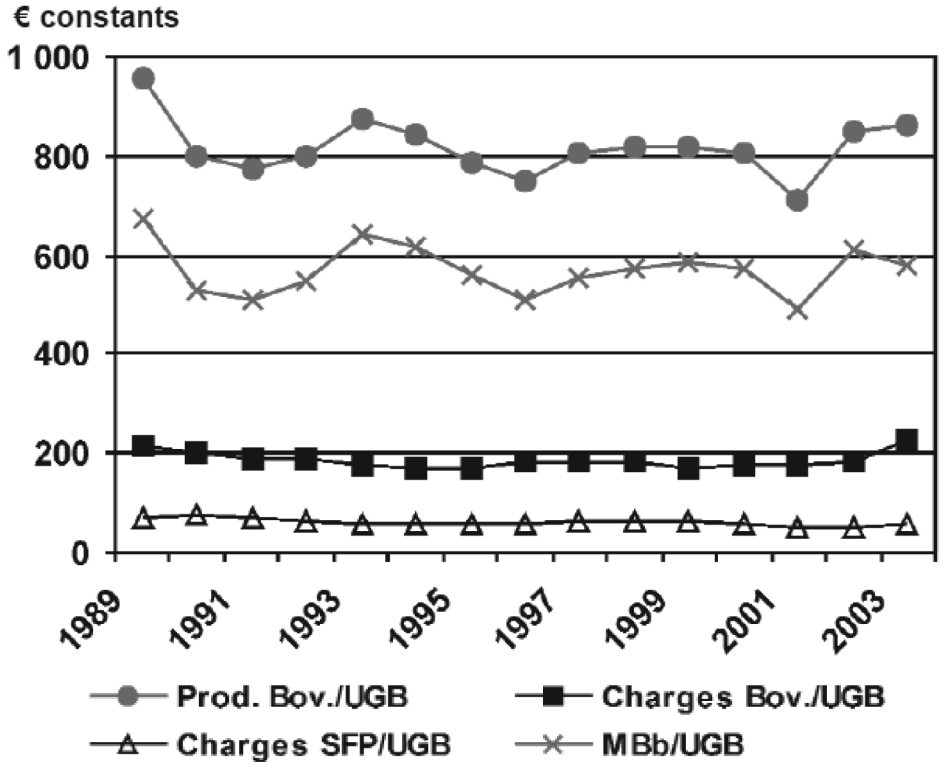
La elección de la fecha de parto, periodo de cubriciones así como la fecha de destete de los terneros determina el ciclo biológico de la vaca, que deberá adaptarse lo mejor posible al ciclo de recursos forrajeros disponibles.

La mano de obra representada como UTH (una persona con capacidad normal de trabajo ocupada a tiempo completo) es el segundo coste que más influencia tiene en el resultado final (20% costes totales). La productividad de la mano de obra se define mediante la relación unidades de ganado mayor (UGM, 1,4-1,7 UGM/vaca) por UTH. Este ratio es muy variable y depende de la base territorial, estructura de las fincas y de las construcciones e instalaciones disponibles, situándose entre 65-85 UGB/UTH (Veysset y col., 2005).

La tasa de reposición determina la edad media del rebaño y por lo tanto, influye sobre los posteriores rendimientos. La productividad de las vacas decae a partir de los 9 a 11 años, con una aceleración en esta caída entre los 13-14 años, sobre todo por una fuerte reducción en la tasa de gestación y un aumento en el índice de mortalidad de los terneros (fase perinatal). El rejuvenecimiento del rebaño permite un progreso genético más rápido (Liénard y col., 2002). Para una vida media de 7,5 años la tasa de reposición es de 13,3% (tasa de reposición = 1/vida media en años x 100).

Son muchos los factores y decisiones que contribuyen al valor de los ingresos finales de la explotación. En los sistemas de producción actuales, más de la mitad de los ingresos se deben al valor del ternero destetado, las ayudas de la PAC representan en torno al 30% y la vaca de desecho cebada un 12% de los ingresos totales. Por lo tanto, queda claro que el factor determinante y específico en la cuenta de resultados de los rebaños de vacas nodrizas, es la productividad o el número de terneros destetados al año.

Figura 1. Evolución de la estructura de costes, de los gastos y del margen bruto por UGM (Veysset y col., 2005).



En un trabajo llevado a cabo por Veysset y col. (2005) en Francia, a lo largo de 15 años (1989-2003) y sobre un total de 69 explotaciones de vacas nodrizas de raza Charolais, señalan que el margen bruto por vaca y año (ingresos-costes variables, MBb/UGB) fluctuó entre 500 y 600 €/UGM.

3. Eficiencia reproductiva en los rebaños de vacas nodrizas

Tradicionalmente, las vacas de cría se cubren o inseminan durante un espacio de tiempo y una época del año en la que tienen una mayor disponibilidad de recursos forrajeros en forma de pastos. La época de reproducción o cubrición también puede estar relacionada con alternativas de puesta en venta en el mercado de terneros destetados.

El objetivo de las explotaciones de vacas nodrizas es obtener la máxima rentabilidad. La eficiencia en los rendimientos reproductivos afecta directamente a la rentabilidad, dado que ésta se encuentra directamente relacionada con la obtención de un ternero destetado por vaca y año.

El intervalo parto parto (IPP) se define como los días transcurridos entre un parto y el precedente y se mide por los días comprendidos entre ambos partos. El IPP comprende a su vez diversos periodos de diferente longitud como son: duración del anoestro postparto (APP), longitud del ciclo estral, intervalo parto concepción (IPC) y longitud de la gestación (LG).

La rentabilidad en las explotaciones de vacas nodrizas depende en un amplio porcentaje del número de vacas del rebaño que son capaces de mantener un IPP lo más próximo a 365 días. El APP y la tasa de gestación en vacas sanas cubiertas por machos fértiles dependen básicamente de la nutrición de preparto, nutrición del postparto, condición corporal de la vaca (CC) al parto, duración de la lactación e incidencia de distocias. La duración del APP es un factor limitante para alcanzar un óptimo rendimiento reproductivo en explotaciones de vacas de cría. Dunn y Moss (1992) observaron que vacas con un APP entre 40 y 60 días de duración tenían un 88% más de probabilidades de mantener un IPP próximo a los 365 días.

4. Número de partos sobre y rendimientos reproductivos: Vacas multíparas y primíparas

El número de partos por vacas, es decir, vacas primíparas o multíparas es un factor importante que afecta al porcentaje de vacas que tras el parto se encuentran en fase de anoestro. Generalmente, el porcentaje de vacas primíparas en anoestro postparto suele ser el doble que el de vacas multíparas. Este hecho se intenta explicar por el adelanto en la fecha de parto y la mayor dificultad al parto de las vacas primíparas, aunque no está claro que éstas sean las causas (Ducrot y col., 1994).

5. Fecha de partos y duración de la paridera

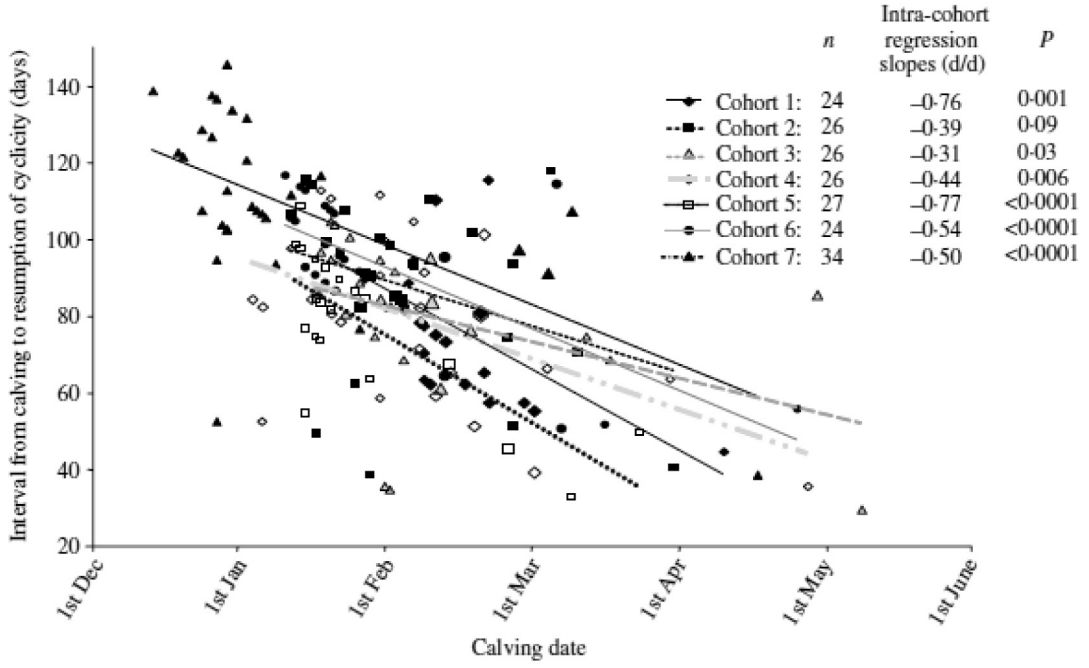
Blanc y Agabriel (2008), valoraron la influencia de la longitud del periodo de cubrición sobre la eficacia reproductiva en vacas primíparas paridas en invierno, con una CC al parto de 2,5 puntos y expuestas al toro a los 50 días posparto. Utilizaron los datos de 100 vacas de raza Charolais y mediante un modelo estocástico de simulación de rendimientos reproductivos, observaron que para periodos de cubrición de 30, 60, 90 o 120 días de duración no hubo diferencias entre tratamientos sobre el APP que promedio en 81 ± 0,9 días. Cuanta menor duración tuvo el periodo de cubrición mayor fue el porcentaje de vacas no gestantes. EL IPC e IPP duraron 10 días más al aumentar de 30 a 120 días el periodo de cubrición (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la duración del periodo de cubrición sobre componentes de la eficacia reproductiva.

Duración periodo de cubrición (días)	Anoestro postparto (días)	IPC (días)	% Gestantes al 1er servicio	% Vacas GestantesTotales	IPP de las Vacas gestantes
30	82 ± 0,9	91 ± 0,7	48	48	377 ± 0,8
60	81 ± 0,9	93 ± 0,8	45	78	379 ± 0,9
90	81 ± 0,9	96 ± 0,9	45	91	383 ± 1,0
120	81 ± 0,9	100 ± 1,2	44	98	387 ± 1,4

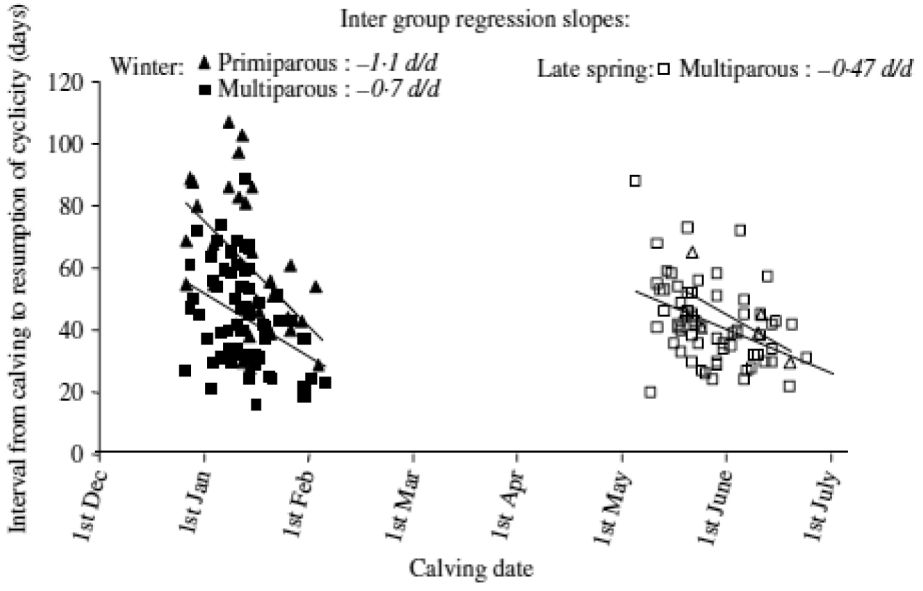
El efecto de la fecha de partos influye principalmente sobre el APP como componente del IPP, independientemente del nivel de nutrición de las vacas (Figura 2). Diferentes trabajos científicos muestran una correlación negativa del APP con la fecha del parto, en pruebas llevadas a cabo en explotaciones de vacas de cría, tanto en el hemisferio sur como en el hemisferio norte. Este efecto es más acentuado en vacas primíparas que en multíparas (Blanc y Agabriel, 2008).

Figura 2. Influencia de la fecha del parto sobre el APP (días) en vacas primíparas de raza Charolais (Blanc y Agabriel, 2008).



Otro interesante resultado observado por estos investigadores, fue el efecto de la fecha de parto sobre APP en función de la época del año en la que tiene lugar la paridera. La correlación entre la fecha de parto y el APP fue mayor para la paridera de invierno que para la de final de primavera (mitad de mayo a mitad de junio) (Figura 3).

Figura 3. Influencia de la fecha del parto y el número de partos (primíparas *vs* multíparas) sobre el APP (días) en vacas de raza Charolais (Blanc y Agabriel, 2008).



Aunque no está claro a qué se deben estas correlaciones, se establecen dos hipótesis, una basada en el mejor nivel de alimentación que reciben las vacas que paren a finales de invierno, aunque este efecto ha sido también observado en vacas bien alimentadas, por lo que esta hipótesis es poco consistente. Y una segunda, soportada por varios trabajos científicos que señalan una significativa correlación negativa entre el fotoperiodo (horas luz diaria) un mes antes del parto y APP (Garel y col., 1987; Chemineau y col., 2007).

6. Importancia de los sementales y del efecto toro sobre la eficacia reproductiva

El manejo de los toros en los rebaños de vacas nodrizas tiene un fuerte impacto sobre la rentabilidad de las explotaciones. Los sementales empleados para cubrir a las vacas deberán ser animales sanos, fuertes y mostrar una adecuada libido para poder servir de forma óptima a las hembras. Una vez que los toros finalizan su periodo de cubrición se le debe prestar una especial atención para asegurarse que recuperan su condición corporal y deberán pasar un intenso examen reproductivo. Todos los sementales, independientemente de su edad, deberían ser revisados antes del comienzo de la fase reproductiva para comprobar que están capacitados para montar y servir a las vacas.

La circunferencia escrotal puede ser usada para valorar el rendimiento reproductivo en machos, ya que es una medida que está positivamente correlacionada con la motilidad y formas normales del esperma, volumen de esperma producido y reservas de esperma en el epidídimo (Engelken, T.J., 2008).

Los sementales jóvenes tienden a ser menos eficientes en sus montas debido a su escasa experiencia. Por lo tanto, un toro joven no debería estar con más de 25 vacas para cubrir.

Los machos que llegan a la fase de monta con un exceso de CC (> 4 puntos sobre 5) tienen peor calidad de semen (motilidad y morfología) y menor libido, y en consecuencia disminuye el número de servicios y la tasa de gestación (Engelken, T.J., 2008).

Las vacas que quedan preñadas al final de la época de cubrición, al año siguiente tienen partos muy tardíos y producen terneros que pesan menos al destete que aquellos procedentes de vacas que paren al principio de la paridera. Una manera efectiva para acortar la duración del anoestro postparto y evitar cubriciones tardías, consiste en exponer las vacas al toro durante la fase inicial del periodo postparto

Cupp y col. (1993), señalan como una estrategia de manejo efectiva para acortar la duración del anoestro postparto, la exposición de las vacas al toro al inicio de la lactación y comprobaron que las vacas que pastaban con el toro tuvieron APP más cortos que las que lo hacían sin toro.

En un trabajo llevado a cabo por Fike y col. (1996) para medir el efecto macho sobre la duración del APP y la tasa de gestación en vacas primíparas y multíparas, observaron que las vacas primíparas que fueron expuestas al macho después de 30 días al parto, experimentaron un acortamiento del APP frente a las otras primerizas que no fueron expuestas al macho. Sin que hubiera efecto alguno sobre la tasa de gestación (Tabla 2).

Tabla 2. Características reproductivas de vacas expuestas o no expuestas a machos fértiles a los 30 días postparto (Fike y col., 1996).

	Efecto Toro	Sin Efecto Toro	EEM
Vacas Primíparas, nº	17	16	
Anoestro, días	109[a]	117[b]	3,4
Tasa gestación, %	53	38	
Vacas Multíparas, nº	47	45	
Anoestro, días	83[a]	78[a]	2,7
Tasa gestación, %	62	53	

[a,b]Medias en la misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente ($P < 0,05$)

Aunque en este trabajo no hubo efecto significativo de la exposición de vacas multíparas al toro sobre la duración del APP, existen otros trabajos científicos que demuestran el efecto positivo de la exposición de vacas multíparas al toro sobre el anoestro posparto (Fike y col., 1996).

Las vacas con peor CC responden mucho mejor al efecto toro sobre la reducción del APP, que las que se encuentran con una buena CC (Stumpf y col., 1992).

Tabla 3. Duración del anoestro postparto según la época de partos y el efecto macho tras el parto.

Items	Paridera Invierno (9 enero ± 8)		Paridera Verano (24 mayo ± 11)	
Introducción macho tras el parto, d	7,8 ± 9,8	77,5 ± 8,8	8,5 ± 8,9	70,7 ± 11,0
Anoestro, d	56,3[a] ± 18,6	57,7[a] ± 22,1	40,1[b] ± 11,7	48,2[c] ± 12,9

[a,b,c]Medias en la misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente

Agabriel y col. (2004), llevaron a cabo un trabajo para cuantificar el efecto macho (precoz *vs* tardío) y la época de partos (invierno *vs* verano) sobre vacas de raza Charolais primíparas y multíparas (Tabla 3). La duración del anoestro fue modificada por la época de parto (invierno 57,7 d ± 22,1 *vs* verano 48,2 ± 12,9, $P < 0,01$). La introducción precoz del toro en el rebaño tuvo un efecto diferente sobre el anoestro postparto según la época de parto; en invierno la duración del anoestro no fue modificada, mientras que ésta decreció en verano con la exposición precoz del toro. Las vacas primíparas se mostraron más sensibles a la combinación de estos efectos.

7. Efecto de la nutrición sobre los rendimientos productivos y reproductivos

En general, las condiciones naturales de explotación de las vacas nodrizas en España son bastante difíciles en verano e invierno, puesto que son dos épocas de escasez de alimentos en el campo, como consecuencia de la parada del crecimiento vegetativo de la hierba.

En estos periodos, la alimentación de las vacas es un factor clave para poder alcanzar los objetivos reproductivos fijados en la explotación. El balance energético de las vacas en fase de preparto y postparto es uno de los principales factores que afectan a la duración del APP, por lo que el desarrollo de un programa de alimentación basado en dietas que cubran las necesidades energéticas de estas fases productivas sin duda ayudará a mejorar la eficiencia reproductiva del rebaño.

Las recomendaciones nutritivas medias diarias para vacas de cría de formato medio (PV = 600 kg) paridera en invierno al aire libre, CC de 2,5 puntos al parto y peso estimado del ternero al nacimiento de 40 kg son las siguientes (INRA 2007; Jimeno y Castro 2009):

Tabla 4. Recomendaciones nutritivas para vacas nodrizas en preparto y en inicio de fase de cría o inicio de lactación.

Nutrientes	Preparto	Inicio Lactación
MS, kg/d	10,5	13,0
UFL, d	8,7	9,7
PDI, % MS	6,5	6,5
GB o EE, % MS	2,0	2,0
FND, % MS	32,0	32,0
FAD, % MS	21,0	21,0
Ca_{abs}, % MS	0,18	0,20
P_{abs}, % MS	0,14	0,16
Mg, % MS	0,10	0,09

En condiciones prácticas de manejo, una gran parte de las variaciones observadas en los rendimientos reproductivos de los rebaños de vacas nodrizas se deben a diferencias en el consumo de energía y a variaciones en la condición corporal de las vacas en el momento del parto y durante los dos primeros meses de lactación (Lemenager y col., 1991). El efecto de la alimentación de la fase de preparto sobre la duración del APP es mucho más importante que en la fase postparto, dado que un consumo de energía insuficiente al final de la gestación reduce los rendimientos reproductivos.

Tras el parto es importante mantener una óptima condición corporal de las vacas, no más de 1 punto de pérdida de CC en los primeros 60 días postparto, ya que una adecuada reserva de lípidos corporales asegura una buena eficacia reproductiva en el postparto (Hess y col., 2004). En otro trabajo de Sanz y col. (2004) con vacas de raza Parda y Pirenaica, señalan que el nivel de alimentación en preparto, reflejado en la CC al parto es el principal factor asociado con la duración del APP y que la pérdida de peso en preparto y una menor CC al parto se asocian con un mayor APP.

La paridera de vacas nodrizas en zonas de montaña sucede durante el primer trimestre del año (con un adelanto de entre 2-3 semanas para las novillas de primer parto), de manera que el final de la gestación y el inicio de la lactación tienen lugar durante el invierno, cuando la única disponibilidad de forrajes es en forma de forrajes conservados (henos y ensilados). Con el fin de economizar y gestionar lo mejor posible los forrajes conservados disponibles en la explotación, a veces puede ser una buena estrategia restringir de forma moderada los aportes alimentarios que reciben las vacas.

Garel y col. (1988), llevaron a cabo un trabajo con vacas de raza Salers en zona de montaña, para valorar el efecto de una subalimentación durante el final de la gestación (tres últimos meses). Observaron que en vacas multíparas que al comienzo del invierno tienen una CC adecuada, si la intensidad de la subalimentación aplicada no supera el 15% de las necesidades energéticas totales y la duración no se extiende más del último tercio de gestación, no hay efecto alguno sobre el peso del ternero al nacimiento, la producción de leche, porcentaje de vacas que ciclan antes de los 60 días postparto ni sobre la tasa de gestación global.

Tabla 5. Efecto de una subalimentación moderada *vs* a una fuerte, durante los últimos tres meses de gestación en vacas de raza Salers, sobre el peso del ternero al nacimiento, porcentaje de vacas en celo antes de los 60 postparto y tasa de gestación (Garel y col., 1988).

Item	Subalimentación moderada	Subalimentación elevada
Aportes energéticos (% Necesidades totales)	86	72
Peso terneros, kg	38	37
% Vacas ciclando antes 60 días postparto	65	42
Tasa de gestación global, %	95	89

Sin embargo, cuando tiene lugar una subalimentación excesiva durante el final de la gestación (- 28% de las necesidades energéticas totales), sólo el 42% de las vacas ciclan en los dos meses siguientes al parto frente al 65% de aquellas que son subalimentadas de forma moderada (- 15%), se produce una reducción en la tasa de gestación global y se alarga el periodo de partos en la siguientes parideras (Tabla 5).
Si la CC al parto de las vacas es adecuada (> 2,75 sobre 5), una subalimentación energética moderada (15%) durante el inicio de lactación no afecta ni a la producción de leche ni al crecimiento de los terneros, siempre y cuando paran entre un mes y medio o dos meses antes del comienzo del pastoreo. Por lo tanto, los efectos de la subalimentación energética no dependen sólo de la intensidad de ésta y de su duración, sino también de la CC de la vaca el parto (mínimo 2,5 puntos sobre 5). Por el contrario, una subalimentación energética moderada en vacas primíparas, reduce la ganancia media diaria del ternero entre el nacimiento y el destete, ya que las vacas primerizas tienen una menor capacidad para reconstituir sus reservas corporales como consecuencia de su menor capacidad de ingestión con respecto a las vacas adultas (un 15-20% menos).

8. Efecto de la condición corporal al parto y al postparto

Está suficientemente documentado en la literatura científica que la condición corporal (CC) al parto es un factor importante que afecta a la extensión del APP y a la tasa de gestación. En las vacas de cría que paren en primavera el APP es más corto cuanto mejor es la CC al parto.
En caso de déficit alimentario, las reservas corporales de la vacas de cría juegan un papel regulador muy eficiente en beneficio de todas las funciones fisiológicas, con un orden de prioridad; mantenimiento y protección de la madre, mantenimiento y protección del feto, mantenimiento de la lactación y en último lugar mantenimiento de la reproducción. La condición corporal es un indicador externo de la cantidad de tejido adiposo almacenado y un buen índice de la aptitud del rebaño para reproducirse de forma regular (Petit y Agabriel, 1993).
En las épocas del año desfavorables (verano e invierno), la vaca nodriza compensa en una parte su déficit nutricional movilizando sus reservas corporales, principalmente lípidos, mediante la pérdida de peso y de CC, para posteriormente en fases de abundancia de pastos de calidad recuperar el peso perdido. Aunque la gestión de este fenómeno puede ayudar a mejorar los resultados económicos de la explotación mediante un ahorro considerable en el capítulo de alimentación, su amplitud debería ser controlada, de manera que el umbral mínimo de la CC al parto debería situarse siempre por encima de 2,5 puntos y la pérdida en CC durante los 60 primeros días postparto por debajo de un punto con relación a la CC del parto.
La condición corporal al parto es uno de los factores que influyen sobre la tasa de gestación. Las vacas que paren con una CC moderada (> 2,75) presentan mayores tasas de gestación a lo largo de todo el periodo de monta que las que paren con baja CC. En consecuencia, el manejo de las vacas debería orientarse para conseguir que paran con una buena CC y mantener el peso de los animales tras el parto para disminuir el APP, mejorar el desarrollo folicular y maximizar la fertilidad (Lowman, B.G., 1985; Houghton y col., 1990; Lents y col., 2008).

Tabla 6. Efecto de la CC al parto sobre el APP y de la CC en postparto sobre la tasa de gestación en vacas adultas Charolais x Angus (Houghton y col., 1990).

CC Parto	APP (días)	CC Postparto	Tasa concepción, (%)
2^{+}	$88,5 \pm 10,9^{b}$	$\leq 3^{\circ}$ y perdiendo CC	69 ± 10^{d}
3^{-}	$69,7 \pm 12,8^{c}$	$< 3^{\circ}$ y ganando CC	100 ± 9^{c}
3°	$59,4 \pm 8,3^{c}$	3^{-} a 3^{+} manteniendo CC	100 ± 8^{c}
3^{+}	$51,7 \pm 9,8^{c}$	$> 3^{\circ}$ y perdiendo CC	94 ± 9^{c}
4^{-}	$30,6 \pm 14,3^{d}$	$> 3^{\circ}$ y ganando CC	75 ± 10^{d}

^{b,c,d}Medias ± SE en la misma columna con diferentes superíndices difieren significativamente

Las vacas delgadas al parto presentaron un APP significativamente más largo, casi 28 días más, que aquellas que parieron con CC adecuada y 58 días más que las que parieron gordas. Sin embargo, las vacas delgadas o gordas en postparto presentan menores ($P < 0,05$) tasas de gestación comparadas con aquellas que mantienen una buena CC en postparto (Tabla 6).
Aunque las vacas adultas pueden movilizar más fácilmente sus reservas corporales para subsanar su déficit nutritivo, no sucede lo mismo en vacas jóvenes o primíparas todavía en fase de crecimiento, que son mucho más sensibles a estos cambios. En vacas jóvenes subalimentadas se observa una disminución en la producción de leche y un menor peso al destete de los terneros (Petit y Agabriel, 1993) (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto del nivel de alimentación invernal sobre resultados productivos y reproductivos en vacas primíparas de raza Charolais (Petit y Agabriel, 1993).

Aportes Energéticos	= Necesidades	- 1,5 UFL/d
Variación peso, kg	+ 4[a]	- 43[b]
Producción de leche, kg/d	7,3[a]	6,4[b]
Peso terneros destete, kg	277[a]	259[b]
IPC, d	82	102

[a,b] Medias en la misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente

9. Efecto del tipo de destete (temprano o tardío) sobre el rendimiento de vacas primíparas o multíparas y su descendencia.
El destete precoz en torno a los 100 días de vida del ternero, es una buena estrategia de manejo en las explotaciones de vacas de cría en condiciones medio ambientales adversas y con escasa disponibilidad de alimentos forrajeros. También en vacas primíparas que paren muy justas de CC, puede ser una estrategia recomendable para reducir la duración del APP y mejorar la tasa de gestación.
En parideras de principio de invierno, en zonas llanas, el destete de los terneros tiene lugar sobre el mes de junio, cuando los animales alcanzan una edad aproximada de 210 días, ya que la disponibilidad de pastos de calidad durante la primavera y principios de verano puede ser todavía abundante. A veces, en estos casos incluso se plantea la estrategia de destetes más tardíos en torno a los 300 días de vida, extendiendo el periodo de lactancia hasta la mitad del mes de julio, con el objetivo de destetar terneros con mayor peso vivo y mejorar así los ingresos de la empresa.

Tabla 8. Efecto del tipo de destete y edad de las vacas sobre los rendimientos productivos y reproductivos de vacas paridas en otoño (Hudson y col., 2010)

Item	n	Tipo Destete			Edad de las Vacas		
		300 d	210 d	EEM	Multíparas	Primíparas	EEM
PV_{Nac}, kg	154	34,0[b]	36,4[a]	0,7	35,6	34,7	0,95
PV_{Abril}, kg	158	188[b]	196[a]	8,1	199[a]	185[b]	4,8

Item	Combinación de tratamientos				EEM
	Mul-300	Pri-300	Mul-210	Pri-210	
Tasa Gestación, %	96,7[ab]	89,3[c]	90,2[bc]	98,4[a]	3,6

a,b,c Medias en la misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente ($P < 0,05$)

300 d = destete a 300 días de vida; 210 d = destete a 210 días de vida. PV_{Nac} = Peso vivo del ternero al nacimiento; PV_{Abril} = Peso vivo del terneros en el mes de abril (210 d de vida); Mul-300 = Vacas multíparas destetadas a los 300 días; Pri-300 = Vacas primíparas destetadas a los 300 días; Mul-210 = Vacas multíparas destetadas a los 210 días; Pri-210 = Vacas primíparas destetadas a los 210 días.

Hudson y col. (2010), evaluaron el efecto de un destete tardío (300 días de edad) comparado con uno normal (210 días de edad) sobre los rendimientos de vacas de cría paridas en otoño y los de su descendencia. Señalan que vacas con destetes a los 210 días, en el siguiente parto los terneros tuvieron un peso al nacimiento (+ 2,4 kg) y una ganancia media diaria desde el nacimiento al mes de abril significativamente mayor que los procedentes de vacas con destetes tardíos. Las mejores tasas de gestación se obtienen en los lotes de vacas adultas sometidas a destetes tardíos y primíparas con destetes normales, aunque no hubo diferencias con las vacas adultas con destete normal. Teniendo en cuenta estos resultados y con disponibilidad suficiente de forrajes, parece más ventajoso aplicar destetes tardíos en vacas multíparas y mantener destetes normales en vacas primíparas (Tabla 8).

La época de nacimiento y el peso vivo al destete también pueden afectar a las terneras seleccionadas para la reposición, por lo que en el manejo de las novillas desde el destete hasta el comienzo de la fase reproductiva, deberían considerarse ambos aspectos. Marston y col. (1995) señalan que la época de parto, edad al destete, calidad de la dieta y condiciones ambientales pueden afectar a las tasas de crecimiento de las novillas entre el destete y el primer celo.

Grings y col. (2007) llevaron a cabo un trabajo con novillas nacidas en tres épocas del año (final de invierno, principio de primavera y final de primavera), destetadas a dos edades diferentes (190 y 240 días) y con dos sistemas de alimentación postdestete hasta la época de cubrición diferentes (crecimiento constante y discontinuo). Comprobaron que la tasa de gestación de las novillas al primer celo no fue afectada por el tratamiento (P = 0,64). Aunque el número de novillas preñadas sobre el total fue un 6% mayor para las de crecimiento constante frente a las de crecimiento discontinuo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa (P = 0,18) en este trabajo y con el número de novillas empleadas en este experimento. Tampoco fue afectado por el tratamiento el número de terneros destetados por vaca (P = 0,55), teniendo en cuenta que tanto en el sistema de crecimiento constante como discontinuo la ganancia media diaria (GMD) fue de 0,74 kg. El peso vivo del ternero al destete no fue afectado por el tratamiento (P =0,17) (Tabla 9).

Tabla 9. Rendimientos productivos y reproductivos de novillas nacidas al final de invierno, principio de primavera o final de primavera, criadas desde el destete hasta la cubrición con crecimientos constantes (GC) o discontinuos (GD) y diferentes edades al destete (Grings y col., 2007).

	Final Invierno				Principio Primavera				Final Primavera					
	190 d		240 d		190 d		240 d		190 d		240 d			
Item	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	EEM	*P*
Nº Novillas	32	35	25	30	29	25	30	28	30	30	29	31		
% Gestantes	84	71	84	80	86	84	83	64	87	80	72	81	0,08	0,64
Destetados Vivos[1]	0,72	0,63	0,84	0,80	0,86	0,80	0,77	0,57	0,73	0,80	0,69	0,81	0,09	0,55
PV ternero destete, kg	221	223	216	220	206	212	208	231	206	203	194	202	9,9	0,17

[1] Número de terneros destetados vivos por vaca

Los autores de este trabajo concluyen que si durante el periodo de recría de novillas que se cubren entre los 15-17 meses de edad, cuando alcanzan el 58% de su peso vivo adulto y se mantiene una GMD adecuada (0,7-0,75 kg) no hay efectos significativos sobre los rendimientos productivos y reproductivos entre seguir una estrategia de crecimiento continuo o discontinuo.

Por último, y a modo de resumen de este trabajo, insistir que el nuevo escenario que se dibuja en la EU va a determinar la necesidad de gestionar adecuadamente las explotaciones bobinas extensivas. Establecer estrategias en estos sistemas de producción es complicado debido a que intervienen factores económicos, sociales y productivos. Sin embargo, dada la influencia que ejercen sobre los costes de producción, es imprescindible diseñar estrategias que aseguren una correcta alimentación y reproducción de la vaca nodriza. El objetivo sería destetar un ternero por vaca y año para obtener la máxima rentabilidad y asegurar la viabilidad económica de la explotación.

10. Bibliografía

AGRABIEL, J., BLANC, F., EGAL, D. y DHOUR, P., 2004. Influences combinées de la saison de mise bas et de l´exposition au taureau sur la venue en cyclicité de vaches Charolais. Renc. Rech. Ruminants. 11.

AGABRIEL, J. y D´HOUR, P., 2007. Alimentation des vaches allaitantes. En Alimentation des bovins, ovins et caprins: Besoins des animaux-Valeurs des aliments. Tables INRA 2007. Ed.: Quae. Versailles (France).

BLANC, F. y AGABRIEL, J., 2008. Modelling the reproductive efficiency in a beef cow herd: effect of calving date, bull exposure and body condition at calving on the calving-conception interval and calving distribution. Journal of Agricultural Science, 146: 143-161.

CHEMINEAU, P., MALPAUX, B., BRILLARD, J.P. y FOSTIER, A., 2007. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. Animal 1: 419-423.

CUPP, A.S., ROBERSON, M.S., STUMPF, T.T., WOLFE, M.W., WERTH, L.A., KOJIMA, F.N. y KINDER, J.E., 1993. Yearling bull shorten the duration of postpartum anestrus in beef cows to the same extent as do mature bulls. J. anim. Sci., 71: 306-309.

DUCROT, C., GRÖHN, Y.T., HUMBLOT, P., BUGNARD, F., SULPICE, P. y GILBERT, R.O., 1994. Postpartum anestrus in French beef cattle: an epidemiological study. Theriogenology 42: 753-764.

DUNN, T.G. y MOSS, G.E., 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. J. Anim. Sci. 70:1580-1593.

ENGELKEN, T.J., 2008. The development of beef breeding bulls. Theriogenology, 70: 573-575.

FAPRI, 2009. Staff Report 09-FSR 1. Published by the Food and Agricultural Policy Research Institute, Iowa State University. USA.

FIKE, K.E., BERGFELD, E.G., CUPP, A.S., KOJIMA, F.N., MARISCAL, V., SANCHEZ, T.S., WEHRMAN, M.E. y KINDER, J.E., 1996. Influence of fenceline bull exposure on duration of prepartum anoestrus and pregnancy rate in beef cows. Animal Reproduction science. 41: 161-167.

GAREL, J.P., GAUTHIER, D., PETIT, M. y THIMONIER, J., 1987. Influence de la photopériode sur la l´évolution du poids vif et l´activité ovarienne *post partum* chez les vaches allaitant. Reproduction, Nutrition and Devolopment. 27: 305-306.

GAREL, J.P., PETIT, M. y AGRABRIEL, J., 1988. Alimentation hivernale des vaches allaitantes en zone de montagne. INRA Prod. Anim. 1(1): 19-23.

GRINGS, E.E., GEARY, T.W., SHORT, R.E. y MACNEIL, M.D., 2007. Beef heifer development three calving systems. J. Anim. Sci. 85: 2048-2058.

HESS, B.W., LAKE, S.L., SCHOLLJEGERDES, E.J., WESTON, T.R., NAYIGIHUGU, J.D., MOLLE, J.D.C y MOSS, G.E., 2004. Nutricional controls of beef cow reproduction. J. Anim. Sci. 83(E. Suppl.): E90-E106.

HOUGHTON, P.L., LEMENAGER, R.P., HORSTMAN, L.A., HENDRIX, K.S. y MOSS, G.E., 1990. Effects of body composition, pre and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. J. Anim. Sci. 68: 1438-1446.

JIMENO, V. y CASTRO, T., 2009. Recomendaciones nutritivas para ganado vacuno de carne. En Gestión de la alimentación en ganado vacuno de carne: vacas nodrizas y cebo de terneros. Ed.: Merial Laboratorios S.A. Título Propio de la Universidad Politécnica de Madrid (España).

LEMENAGER, R.P., FUNSTON, R.N. y MOSS, G.E., 1991. Manipulating nutrition to enhance (optimize) reproduction. Proc. 2nd Grazing Livest. Nutr. Conf. Ed.: McCollum and Judkins. Oklahoma, Stillwater (USA).

LENTS, C.A., WHITE, F.J., CICCIOLI, N.H., WETTEMANN, R.P., SPICER, L.J. y LALMAN, D.L., 2008. Effects of body condition score at parturition and postpartum protein supplementation on estrous behavior and size of dominant follicle in beef cows. J. Anim. Sci. 86: 2549-2556.

LIÉNARD, G., LHERM, M., PIZAINE, M.C., LE MARÉCHAL, J.Y., BOUSSANGE, B., BARLET, D., ESTEVE, P., y BOUCHY, R., 2002. Productivité de trois races bovines française, Limousine, Charolais et Salers. Bilan de 10 ans d´observations en explotations. INRA Prod. Anim., 15(4): 293-312.

LOWMAN, B.G., 1985. Feeding in relation to suckler cow management and fertility. Veterinary Record 117: 80-85.

MARSTON, T.T., LUSBY, K.S. y WETTERMANN, R.P., 1995. Effects of postweaning diet on age and weight at puberty and milk production of heifers. J. Anim. Sci. 73: 63-68.

PETIT, M. y AGABRIEL, J., 1993. Etat corporel des vaches allaitantes Charolais: signification, utilisation practiques et relations avec la reproduction. INRA Prod. Anim. 6(5): 311-318.

SANZ, A., BERNUÉS, A., VILLALBA, D., CASASÚS, I. y REVILLA, R., 2004. Influence of management and nutrition on postpartum interval in Brown Swiss and Pirenaica cows. Livestock Production Science 86: 179-191.

STUMPF, T.T., WOLFE, M.W., WOLFE, P.L., DAY, M.L., KITTOK, R.J. y KINDER, J.E., 1992. Weight changes prepartum and presence of bulls postpartum interact to affect duration of postpartum anestrus in cows. J. Anim. Sci., 70: 3133-3137.

VEYSSET, P., LHERM, M. y BEBIN, D., 2005. Evolutions, dispersions et determinants du revenue en élevage bovin allaintant charolais. Prod. Anim. 18 (4): 265-275.

EPIDEMIOLOGÍA Y CONTROL DE LA FIEBRE Q

ANA L. GARCÍA-PÉREZ, FRANCISCO RUIZ-FONS, IANIRE ASTOBIZA, JESÚS F. BARANDIKA, ANA HURTADO, RAMÓN A. JUSTE

DPTO DE SANIDAD ANIMAL, NEIKER-INSTITUTO VASCO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRARIO. BERREAGA 1, 48160 DERIO, VIZCAYA

La **fiebre Q** es causada por la bacteria *Coxiella burnetii*, microorganismo de distribución mundial y que afecta a varias especies animales, incluyendo el hombre. Se mantiene en la naturaleza a través de dos ciclos, un ciclo doméstico del que forman parte los animales de granja y los animales de compañía (perros, gatos), y un ciclo silvestre en el que está implicada la fauna silvestre y las garrapatas.

Según el Real Decreto 617/2007 la fiebre Q es una enfermedad sujeta a comunicación obligatoria (Anexo I, B, Orden ARM/831/2009, de 27 de marzo; BOE 4/4/2009).

En el ganado bovino la infección por *C. burnetii* origina problemas de infertilidad y mamitis. En el ganado ovino y caprino da lugar a abortos, endometritis, infertilidad, partos prematuros y un bajo peso de las crías, llegando a afectar hasta el 50% del rebaño. Los abortos por *C. burnetii* son tardíos, hacia el final de la gestación, y frecuentemente los animales presentan retención placentaria. La placentitis es el síntoma más característico. La placenta es más densa y puede contener grandes cantidades de exudado amarillento-marrón. Los animales no gestantes raramente muestran síntomas tras la primera infección, y aunque se sabe que la vía de infección más frecuente es la respiratoria, la coxiellosis en animales no causa alteraciones de tipo respiratorio, ni problemas hepáticos o cardiacos en infecciones de tipo crónico, como en la especie humana, sino que se localiza en el aparato reproductivo de la hembra, incluida la glándula mamaria, desde donde la infección se eliminará al medio ambiente una vez que los animales estén gestantes.

En un análisis de los brotes de fiebre Q en humana durante los últimos años, se considera que el ganado ovino y caprino son la fuente principal de contagio para el hombre (Angelakis y Raoult, 2010). Algunos estudios serológicos realizados en España han puesto de manifiesto una alta seroprevalencia en el ganado vacuno de la Comunidad de Madrid (66.9%), y en el ganado caprino de la Comunidad de Canarias (32.7%) (Pascual-Velasco, 1996), pero, en general, los estudios realizados hasta la fecha son escasos. Hoy en día el estudio de la fiebre Q está tomando un nuevo impulso debido al grave brote ocurrido en Holanda (Van den Brom y Vellema, 2009). En el País Vasco, en un estudio serológico reciente sobre la distribución de *C. burnetii* en especies de rumiantes en manejo extensivo se ha comprobado que la seroprevalencia en las explotaciones ovinas es más alta (73.9%) que en ganado vacuno de carne (42.9%) o en caprino (45.5%), al igual que la seroprevalencia individual, más alta en ovino (12.3%) que en el resto de especies (8.3% en caprino, 6.6% en vacuno de carne) (Ruiz-Fons y cols., 2010). En el ganado vacuno lechero hemos encontrado un 48.2% de explotaciones con al menos un animal seropositivo, y una seroprevalencia individual media del 6.5% (datos no publicados). Si bien las seroprevalencias halladas en el ganado caprino y vacuno son inferiores a las del ovino, a la vista de los resultados, estas especies también parecen tener relevancia en el ciclo doméstico de transmisión de fiebre Q al hombre (**Tabla 1**). En explotaciones con diagnóstico de fiebre Q se han observado seroprevalencias en torno al 50% en ganado ovino (Astobiza y cols., 2010a), 75% en ganado caprino (NEIKER, servicio de diagnóstico), y en torno al 50% en ganado vacuno (Ruiz-Fons y cols., 2009). En rumiantes domésticos existe un porcentaje de animales infectados que no seroconvierte (Rodolakis y cols., 2007; Rousset y cols., 2009).

Especie	Seroprevalencia explotaciones		Seroprevalencia individual	
	Nº	Nº Pos (%)	Nº	Nº Pos (%)
Vacuno leche	193	93 (48.2)	2692	176 (6.5)
Vacuno carne	42	18 (42.9)	618	41 (6.6)
Ovino	46	34 (73.9)	1298	160 (12.3)
Caprino	11	5 (45.5)	109	9 (8.3)

Tabla 1. Seroprevalencia de la Fiebre Q en las especies de rumiantes domésticos en el País Vasco

También se ha demostrado que la infección está presente en otros animales domésticos (Lang, 1990; Pascual Velasco, 1996), si bien su importancia parece ser mucho menor. Así mismo, la infección se ha detectado en numerosos **animales silvestres** cuya importancia parece radicar en su papel como reservorio, manteniendo y difundiendo la infección a través de las garrapatas. Se han involucrado diferentes especies debido a evidencias serológicas y moleculares. Así recientemente se ha detectado su presencia en ratones domésticos y ratones de campo en el entorno de las explotaciones ovinas (Barandika y cols., 2007) y en cérvidos del sur y norte de España (Ruiz-Fons y cols., 2008). Resultados recientes de nuestro grupo analizando por PCR muestras de bazo y/o pulmón también apuntan a otras especies como el jabalí, el corzo, la liebre europea y algunas especies de aves rapaces como posibles partícipes en el ciclo silvestre de *C. burnetii*, presentando prevalencias de entre el 4.3% y el 14.3%, dependiendo de la especie analizada (Astobiza y cols., 2010b).

Por otra parte, la fiebre Q está incluida en el grupo de enfermedades transmitidas por garrapatas, pero el papel de las **garrapatas** en la epidemiología de la fiebre Q es complejo y controvertido, y aparentemente, su mayor importancia podría ser como reservorio de la infección (Pascual Velasco, 1996). En España, el primer aislamiento a partir garrapatas, y asociado a los primeros casos de fiebre Q, fue a finales de los años 40 y principios de los 50, siendo las principales especies implicadas de los géneros *Hyalomma* (*H. marginatum* y *H. excavatum*) y *Rhipicephalus* (*R. bursa* y *R. sanguineus*). Más recientemente con la aplicación de técnicas moleculares se ha observado la presencia de DNA de *C. burnetii* en diversas especies de garrapatas. Así, Toledo y cols. (2008) en la zona centro de España encontraron un 7% de garrapatas de la vegetación positivas, siendo las garrapatas del género *Hyalomma* las que mostraban una prevalencia más alta. En algunas zonas del Norte de España como el País Vasco, por el contrario, no parece que las garrapatas jueguen un papel importante ya que su presencia ha sido detectada a niveles mínimos (Barandika y cols., 2008), si bien es cierto que las garrapatas del género *Hyalomma* no son frecuentes.

Desde el **punto de vista epidemiológico** es importante destacar que, en rumiantes, la gestación parece ser un momento crítico para la reactivación de la infección con eliminación de numerosas bacterias con el feto, la placenta y fluidos amnióticos, tanto en el caso de que se produzca el aborto, como durante el parto normal (Woldehiwet, 2004; Astobiza y cols., 2010a). Además se produce la excreción de *C. burnetii* por la orina, heces, así como por el calostro y la leche. También se ha detectado en el semen, la lana, el pelo de los animales, estiércol y otros objetos inanimados (fómites), siendo éstos también fuente de contagio (Maurin y Raoult, 1999).

Tras el aborto o el parto, los periodos de eliminación varían entre las especies animales, pero está descrito que las vacas eliminan *C. burnetii* de forma prolongada durante varios meses y durante años sucesivos, por lo que representan un riesgo mayor de perpetuar la infección si se compara con el ganado caprino y ovino (Woldehiwet, 2004). Así los trabajos de Rodolakis y cols. (2007) y Guatteo y cols. (2007a) muestran que el ganado vacuno elimina *C. burnetii* principalmente a través de leche, sin embargo en el ganado ovino, las heces y el moco vaginal son las principales vías de eliminación de la bacteria al exterior (Rodolakis y cols., 2007; Astobiza y cols., 2010a). Por ejemplo, una vez que las ovejas abortan, o cuando paren normalmente aún estando infectadas, liberan bacterias durante al menos 5 meses en heces, 4 en leche y varias semanas a través de los fluidos vaginales, siendo el porcentaje de animales eliminadores en el rebaño es muy elevado (Astobiza y cols., 2010a). Por lo tanto, la época de partos puede resultar altamente contagiosa para los animales que no han tenido contacto previo con la infección, así como para las personas que acceden al entorno de la explotación. En la **Tabla 2** se comparan los tiempos de excreción de *C. burnetii* en las diferentes especies.

Especie	Periodo de eliminación de *C. burnetii*	
	Heces	Leche
Vacuno	–	32 meses
Ovino	5 meses	4 meses
Caprino	20 días	4 meses

Tabla 2. Periodos de excreción de *Coxiella burnetii* en las diferentes especies de rumiantes domésticos

El largo periodo de excreción de *C. burnetii* en heces ovinas indica que el estiércol procedente de un rebaño ovino infectado puede ser un vehículo relevante de la infección que debe manejarse y tratarse con precaución (Berri y cols., 2003). Otra cuestión importante que afecta al ganado vacuno es la presencia de infecciones persistentes en alrededor de un 20% de vacas lecheras examinadas (Guatteo y cols., 2007b), lo que implica una continua eliminación de bacterias por la leche, por lo que estos autores han denominado a este tipo de animales "heavy shedders" o super-eliminadores, que también presentan elevados títulos de anticuerpos por lo que podrían ser identificados mediante técnicas serológicas. Sin embargo la detección de los animales eliminadores de *C. burnetii* no puede basarse únicamente en técnicas serológicas, ya que, tal y como se ha comentado anteriormente, un importante porcentaje de animales no seroconvierte (Rodolakis y

cols., 2007). Por lo tanto la combinación de técnicas moleculares y serológicas (PCR y ELISA) garantiza la identificación de animales infectados, algo fundamental en el caso de implantarse medidas de control y/o erradicación.

Diferentes autores estiman que entre 1 y 10 bacterias podrían provocar una infección en humanos. El periodo de incubación es aproximadamente de 2 a 3 semanas y el hombre se contagia por lo general tras la inhalación de aerosoles contaminados que diseminan la bacteria en establecimientos donde se manejan animales, a través del polvo contaminado a partir de tejidos placentarios, líquidos del parto y excretas de animales infectados. Existe un riesgo profesional, para ganaderos, veterinarios, personal de mataderos y de laboratorios. Según varios estudios, la infección por ingestión de leche y derivados lácteos contaminados es un factor menor en la transmisión de *C. burnetii*, ya que las temperaturas de pasteurización de la leche y, probablemente, el proceso de curado de los quesos eliminan la bacteria. Por otra parte, se han observado casos en humanos en los que no se ha podido demostrar el contacto directo con animales; se sabe que las partículas aéreas que contienen los microorganismos pueden ser transportadas por el viento a gran distancia, incluso a más de 800 m y que permanecen viables en condiciones adversas durante largo tiempo, lo que explicaría la falta de antecedentes de contacto con animales en algunos pacientes. *C. burnetii* es muy resistente en la naturaleza y puede sobrevivir durante varias semanas en zonas donde haya habido animales. Se ha llegado a aislar *C. burnetii* en suelos donde se habían retirado los animales 6 meses antes (Maurin y Raoult, 1999).

La infección por *C. burnetii* se diagnostica confirmando la presencia del agente en muestras de fetos y placentas procedentes de brotes de abortos. La muestra de placenta es fundamental para el diagnóstico laboratorial, ya que la infección suele focalizarse a nivel de placenta, donde la carga bacteriana es elevada y las lesiones son importantes. Una simple tinción de Stamp, es decir, la observación de bacterias de morfología compatible con *Coxiella* spp. en una impronta de placenta, proporciona información de gran valor de forma rápida y económica. Las pruebas indirectas de detección de anticuerpos en sangre son las más ampliamente usadas. Se cuenta con métodos ELISA comerciales que tienen una alta sensibilidad y son fácilmente estandarizables, y sobre todo son los métodos de elección para la realización de estudios epidemiológicos (García-Pérez y cols., 2009; Ruiz-Fons y cols., 2010). Para la detección de infecciones recientes la Fijación de Complemento puede ser la técnica de elección, que goza de gran especificidad, aunque su sensibilidad es sensiblemente inferior al ELISA. Títulos de anticuerpos entre 1/10 y 1/40 se consideran infecciones latentes, y superiores a 1/40 indican que la infección está en fase evolutiva (OIE, 2008).

Por otro lado, los métodos de aislamiento precisan de instalaciones de nivel de seguridad 3, por lo que actualmente la técnica más usada para la detección e identificación de este agente es la PCR, que se basa en la amplificación del DNA especifico de *C. burnetii,* técnica aplicable además a diversos tipos de muestras, tales como tejidos fetales (incluyendo placenta), hisopos vaginales de hembras abortadas, muestras de leche, heces, garrapatas, etc. La importancia de la incorporación de las técnicas moleculares al diagnóstico de la fiebre Q en muestras de abortos quedó reflejada en el estudio de Oporto y cols. (2006), en el que las técnicas convencionales aportaban una incidencia de *C. burnetii* como causa de aborto en el 3% de los rebaños estudiados, pero al incorporar las técnicas moleculares se pudo llegar a detectar DNA *C. burnetii* en el 9% de rebaños.

Las técnicas serológicas y moleculares se pueden utilizar a gran escala para realizar estudios epidemiológicos y así conocer la distribución de *C. burnetii* en determinadas poblaciones animales. Las **muestras de leche de tanque (LT)** son muestras representativas de la explotación que permiten estimar si la infección puede estar presente en una explotación (Guatteo y cols., 2007b). Nuestra experiencia nos hace recomendar su uso, ya que mediante la investigación por ELISA y PCR de 154 muestras de leche de tanque ovina, conocemos la distribución y prevalencia de la fiebre Q en explotaciones ovinas de la zona (García-Pérez y cols., 2009).

Siguiendo los mismos criterios, recientemente hemos realizado un estudio en 178 explotaciones de ganado bovino lechero en el País Vasco. El kit de ELISA utilizado establece el nivel de positividad de la muestra de LT en función del nivel de anticuerpos en suero lácteo (ratio S/P), clasificando las muestras en negativas y en 3 clases de positividad (+, ++ y +++). En general se detectaron anticuerpos en el suero lácteo en el 66.9% de explotaciones, estando el 31.5% valoradas como positivas + y el 35.4% como positivas ++. Ninguna de estas explotaciones mostró el máximo de positividad (+++) que detecta el kit. A la par que se tomaban muestras de LT, en cada explotación se obtuvieron unas 15 muestras de suero (n=2692) de animales de todas las edades (>6 meses y <1 año; 1-2 años; y >2 años). Tras analizar las muestras de suero mediante ELISA, la relación entre los valores del ELISA (S/P ratio x 100) en LT y la seroprevalencia media en la explotación fue positiva y estadísticamente significativa (R^2=0.18, P<0.001) (**Figura 1**). El nivel de anticuerpos en LT presentó una mejor relación con el nivel de seroprevalencia de las hembras adultas, (R^2=0.21, P<0.001) (**Figura 1**).
En las explotaciones cuya muestra de LT fue negativa a anticuerpos, la seroprevalencia media en los individuos analizados fue del 2.6%, siendo del 3.5% en las vacas adultas. Las explotaciones con LT positiva (+) mostraron una seroprevalencia media en los animales del 5.8% (11.7% en vacas), y finalmente la seroprevalencia media en animales de las explotaciones positivas (++) fue del 11.6% (22.9% en vacas). En la **Figura 2** se representa gráficamente esta distribución.

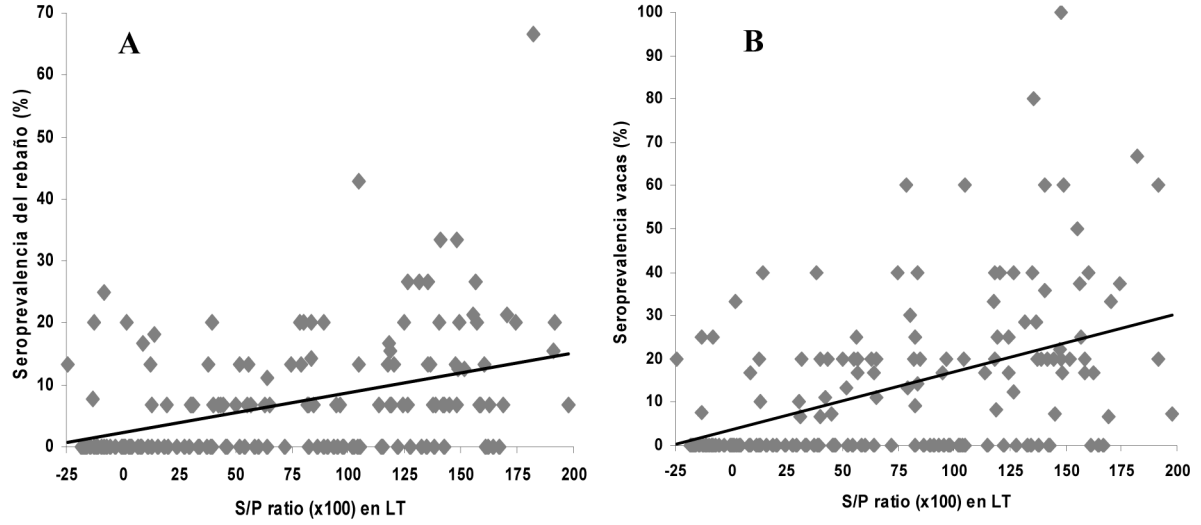


Figura 1. Representación de la correlación observada entre los valores de ELISA en LT y la seroprevalencia media en la explotación (A) y en las vacas adultas (B)

Cuando las muestras de LT de bovino lechero se analizaron mediante PCR se detectó DNA de *C. burnetii* en el 51.4% de las muestras. Las explotaciones con muestras de LT PCR positivo y ELISA positivo mostraron un nivel medio de seroprevalencia significativamente más elevado (9.1±1.1%) que las explotaciones con LT negativas a ambas técnicas (2.6±0.8%) (F=16.3, df=1, P<0.001).

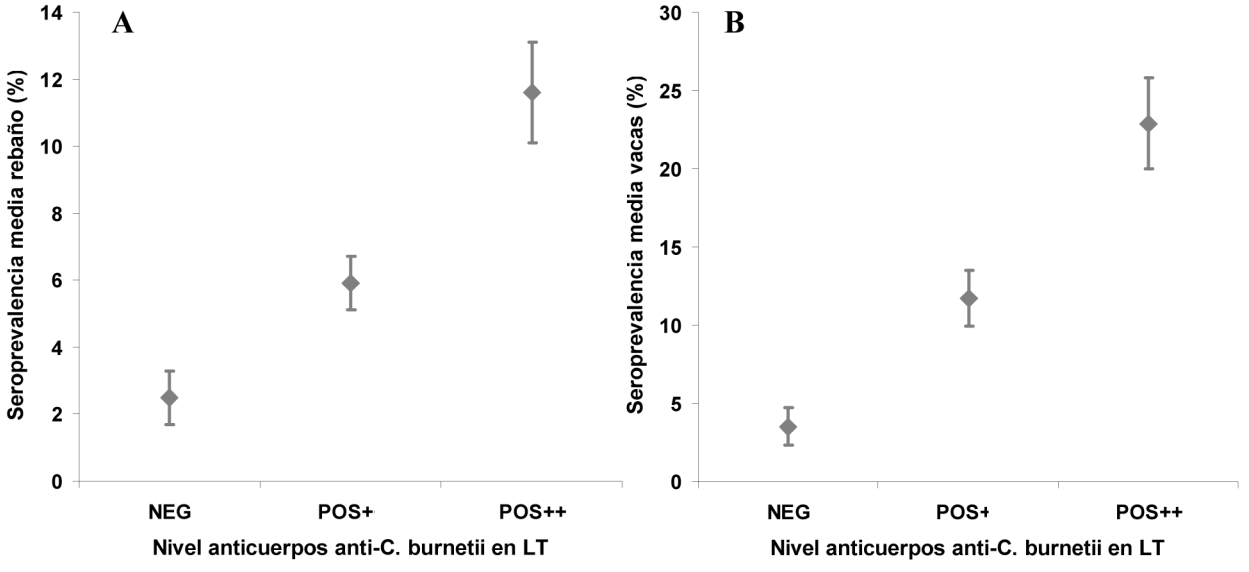


Figura 2. Seroprevalencia media en la explotación (A) y en las vacas adultas (B) en relación con el nivel de positividad obtenido en ELISA de LT

Recientemente se han incorporado técnicas de PCR a tiempo real (Klee y cols., 2006), que además permiten la cuantificación de la carga bacteriana. La **Figura 3** representa la correlación positiva y significativa observada entre el nivel de anticuerpos en suero de LT de bovino mediante ELISA y la cuantificación bacteriana estimada mediante PCR a tiempo real (R^2=0.31, P<0.0001).

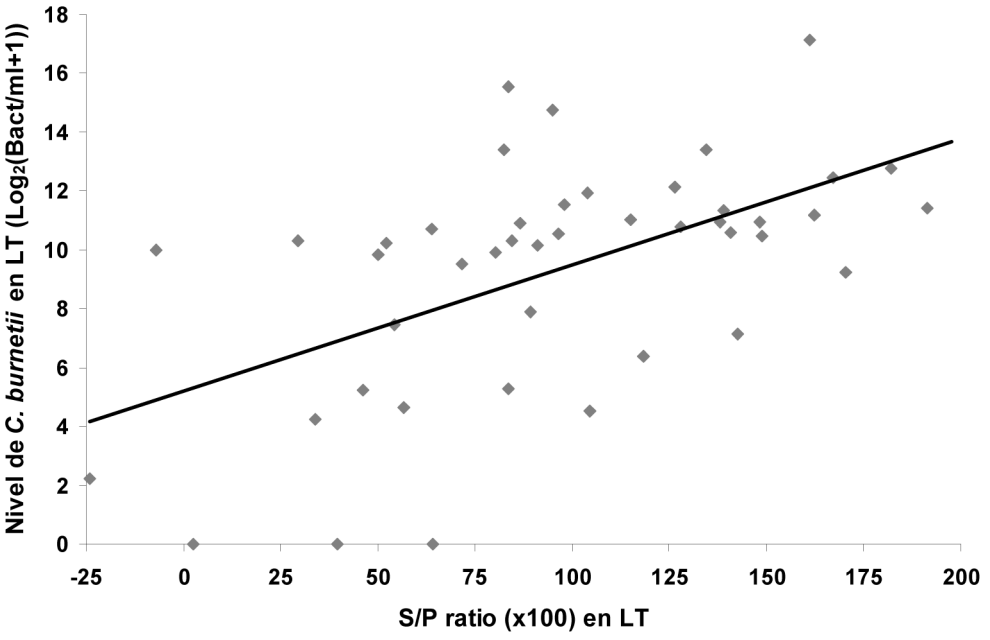


Figura 3. Correlación entre los valores de ELISA en LT y la cuantificación bacteriana estimada mediante PCR a tiempo real

En vista de los resultados se puede decir que *C. burnetii* está ampliamente distribuida en las explotaciones de ganado vacuno de leche. El análisis de LT mediante ELISA tiene un gran valor para hacer una primera estimación de la presencia de *C. burnetii* en la explotación, ya que existe una correlación significativa con el nivel de anticuerpos y con la carga bacteriana, si bien debe de considerarse que las infecciones introducidas recientemente en la explotación pueden no ser detectadas en LT por ELISA debido a la baja prevalencia de animales infectados. Sin embargo, el ELISA aplicado a leches de tanque es un método económico, y que puede ser aplicado en estudios epidemiológicos para conocer la situación en una determinada zona o región, o incluso para plantear programas de erradicación en ganado lechero, tal y como se han venido planteando los programas de erradicación de BVD en algunos países nórdicos.

Como medidas generales para el control de la fiebre Q en rumiantes se incluye el mantenimiento de unas condiciones higiénicas adecuadas en las explotaciones, sobre todo en el momento de los partos, con eliminación rápida de fetos y placentas, aislamiento de los animales afectados, evitando partos y la salida de los animales en el exterior de la cuadra. Además el uso de guantes y mascarillas por parte del personal de la explotación es imprescindible para reducir las posibilidades de contagio cuando se tocan productos derivados de los partos y/o abortos, así como realizar desinfecciones de las instalaciones con productos adecuados (Rodolakis y Cochonneau, 2009), y evitar la aplicación del estiércol como abono (Berri y cols, 2003). También es importante evitar el acceso a la explotación de visitas, y la utilización de calzas desechables cuando se permanezca en la cuadra y/o ambiente contaminado.

Como todas las infecciones, teóricamente, sería posible identificar a los animales portadores y eliminarlos rápidamente, siempre y cuando se combinen las técnicas de ELISA y PCR debido a que algunos animales infectados no seroconvierten (Rodolakis y cols., 2007). El saneamiento, sin embargo, se enfrenta con dos limitaciones: una que es caro porque requiere realizar controles continuos para evitar que se produzcan nuevas infecciones y otra que no se sabe si saneando la infección podría persistir en determinadas especies sobre las que no se actúe. Así, la principal incógnita a resolver antes de iniciar una estrategia de este tipo sería saber si los animales silvestres que no se sanean pueden mantener la infección y cuál es el riesgo de transmisión entre animales silvestres y domésticos. Otras alternativas de control incluyen el tratamiento con antibióticos y la vacunación. Las tetraciclinas son el antibiótico de elección en el tratamiento de la fiebre Q, pero no es totalmente efectivo, pues tras el doble tratamiento con oxitetraciclina, los animales siguen siendo eliminadores de *C. burnetii* (Astobiza y cols., 2010b), aunque parece ser que los abortos cesan. Así, puesto que en los pequeños rumiantes esta infección puede cursar con un brote explosivo de abortos, la aplicación generalizada de preparados a base de este compuesto puede estar indicada para intentar paliar las posibles pérdidas económicas. En el ganado vacuno, la naturaleza esporádica del aborto, las implicaciones de salud pública derivadas del uso de antibióticos en animales en lactación, y la compleja etiología de los trastornos reproductivos del ganado lechero, hacen necesaria una cuidadosa evaluación de los datos clínico-epidemiológicos disponibles y de los resultados del laboratorio antes de aplicar este tipo de tratamientos.

Por lo tanto, en rumiantes, la manera más eficaz de controlar la infección sería la **vacunación**. Entre sus efectos beneficiosos se citan la disminución drástica de la tasa de animales excretores, una reducción significativa de la excreción de bacterias en la leche, en el moco vaginal y en las heces, así como una mayor protección frente al aborto (Arricau-Bouvery y cols., 2005). En estos momentos, no se dispone de una vacuna comercial registrada en España para rumiantes domésticos, pero existe una vacuna de fase I (COXEVAC, CEVA Salud Animal) comercializada excepcionalmente en algunos países y que ha dado unos excelentes resultados a nivel experimental (Arricau-Bouvery y cols., 2005). En explotaciones comerciales, nuestro grupo está evaluando la eficacia de la vacunación en la especie ovina, pero todavía no disponemos de resultados definitivos. En cualquier caso, en ganado vacuno existe un trabajo reciente de Guatteo y cols. (2008) que ha ensayado la misma vacuna en explotaciones comerciales de ganado vacuno lechero infectadas. El resultado más relevante es el efecto protector de la vacunación en la recría, es decir, en el grupo de animales más jóvenes en el que la infección todavía no se ha extendido suficientemente. Los autores recomiendan vacunar a todo el efectivo en explotaciones no infectadas, y, en aquellas que lo están, prestar especial atención a la reposición.

El sector veterinario, los ganaderos y la Administración deben de ser conscientes de la existencia de esta zoonosis. Afortunadamente, los productores son cada vez más conscientes de la necesidad de implementar medidas de bioseguridad que le protejan a sí mismo y a los demás contra diversas infecciones con implicaciones tanto sanitarias como productivas. El mantenimiento en el tiempo de este tipo de medidas dará lugar a la reducción de riesgos relacionados con la infección por *C. burnetii*. Así, se debe de transmitir una serie de recomendaciones a los ganaderos para evitar riesgos. La primera sería el restringir el acceso dentro de las instalaciones a personas ajenas a la explotación ya que ésta puede ser una de las vías de entrada de la infección. También hay que verificar la negatividad a anticuerpos (serología) y antígeno (PCR) de *C. burnetii* en las nuevas compras de animales, pues la llegada de animales portadores es la vía de entrada más común. Finalmente, es necesario comprobar periódicamente la negatividad de la explotación a través de chequeos frecuentes en muestras de leche de tanque, si la explotación es de aptitud lechera, o mediante serologías periódicas de un porcentaje de animales elegidos al azar. Mientras los resultados sean negativos, bastará con mantener las medidas de bioseguridad. Si se detectase la aparición de fiebre Q, habría que realizar estudios individuales para identificar el punto y momento de entrada y tratar con antibióticos de forma inmediata. A continuación se deberían solicitar los permisos necesarios para vacunar el efectivo total de animales, de forma que se dificulte el arraigo de nuevas infecciones, y monitorizar a la recría. Esta pauta de vacunación debería tener una periodicidad anual hasta que se demuestre la ausencia de infección. En todo caso, es muy importante el trabajo conjunto de ganaderos, veterinarios y autoridades sanitarias para la erradicación de esta zoonosis.

Agradecimientos
Agradecemos la financiación proporcionada por INIA (FAU2006-00002-C04 y RTA 2009-00017-00), y por el Departamento de Agricultura del Gobierno Vasco.

Referencias

Angelakis, E., Raoult, D. (2010). Q fever (Review). Vet. Microbiol, 140: 297-309.

Astobiza, I., Barandika, J.F., Hurtado, A., Juste, R.A., García-Pérez, A.L. (2010a). Kinetics of *Coxiella burnetii* excretion in a commercial dairy flock after treatment with Oxitetracycline. Vet. J., 184: 172-175.

Astobiza, I., Barral, M., Ruiz-Fons, F., Barandika, J.F., Gerrikagoitia, X., Hurtado, A., García-Pérez, A.L. (2010b). Investigation of *Coxiella burnetii* occurrence in wildlife and ticks. Vet. Microbiol (submitted).

Arricau-Bovery, N., Soriau, A., Moutoussamy, A., Ladenise, K., Rodolakis, A., (2001). Etude de léxcrétion de *Coxiella burnetii* dans un modèle expérimental caprin et décontamination des lisiers par la cyanamide calcique. Rec. Rech. Rumin 8, 153-156.

Arricau-Bouvery, N., Souriau, A., Bodier, C., Dufour, P., Rousset, E., Rodolakis, A. (2005). Effect of vaccination with phase I and phase II *Coxiella burnetii* vaccines in pregnant goats. *Vaccine* **23**, 4392-4402.

Barandika, J. F., Hurtado, A., Garcia-Esteban, C., Gil, H., Escudero, R., Barral, M., Jado, I., Juste, R. A., Anda, P., Garcia-Perez, A. L. (2007). Tick-borne zoonotic bacteria in wild and domestic small mammals in northern Spain. *Appl.Environ. Microbiol.* **73**, 6166-6171.

Barandika JF, Hurtado A, García-Sanmartín J, Juste RA, Anda P, García-Pérez AL. (2008). Prevalence of tick-borne zoonotic bacteria in questing adult ticks from northern Spain. Vector Borne Zoonotic Dis. 8(6): 829-35.

Berri M, Rousset E, Champion JL, Arricau-Bouvery N, Russo P, Pepin M, Rodolakis A. (2003). Ovine manure used a a garden fertiliser as a suspected source of human Q fever. Vet Rec. 153:269-70.

García-Pérez, A.L., Astobiza, I., Barandika, J.F. Atxaerandio, R., Hurtado, A., Juste, R.A. (2009). Investigation of *Coxiella burnetii* occurrence in dairy sheep flocks by bulk-tank milk analysis and antibody levels determination. J. Dairy Sci., 92, 1581-1584.

Guatteo R, Beaudeau F, Joly A, Seegers H. (2007a). *Coxiella burnetii* shedding by dairy cows. Vet Res. 38: 849-60.

Guatteo, R., Beaudeau, F., Joly, A., Seegers, H. (2007b). Assessing the within-herd prevalence of *Coxiella burnetii* milk-shedder cows using a real-time PCR applied to bulk tank milk. Zoonoses Public Health, 54: 191-194.

Guatteo, R., Seegers, H., Joly, A., Beaudeau, F. (2008). Prevention of *Coxiella burnetii* shedding in infected dairy herds using a phase I C. burnetii inactivated vaccine. *Vaccine* **26**, 4320-4328.

Klee, S. R., Tyczka, J., Ellerbrok, H., Franz, T., Linke, S., Baljer, G., Appel, B. (2006). Highly sensitive real-time PCR for specific detection and quantification of *Coxiella burnetii*. *BMC.Microbiol.* **6**, 2.

Lang GH. 1990. Coxiellosis in animals. Marrie TJ, ed. Q Fever. Boca Raton, CRC Press 1990; 23-48.

Maurin, M., Raoult, D. (1999). Q fever. *Clin.Microbiol.Rev.* **12**, 518-553.

OIE, World Organization for Animal Health (2008). Q fever. In: Manual of diagnostic test and vaccines for terrestrial animals, 6th edition. Chapter 2.1.12. pp 292-303. http://www.oie.int

Oporto, B., Barandika, J. F., Hurtado, A., Aduriz, G., Moreno, B., Garcia-Perez, A. L. (2006). Incidence of ovine abortion by *Coxiella burnetii* in northern Spain. *Ann.N.Y.Acad.Sci.* **1078**, 498-501.

Pascual Velasco F, (1996). Fiebre Q. Junta de Castilla-León, Consejería de Sanidad y Bienestar Social.

Rodolakis, A., Berri, M., Hechard, C., Caudron, C., Souriau, A., Bodier, C. C., Blanchard, B., Camuset, P., Devillechaise, P., Natorp, J. C., Vadet, J. P., Arricau-Bouvery, N. (2007). Comparison of *Coxiella burnetii* shedding in milk of dairy bovine, caprine, and ovine herds. *J.Dairy Sci.* **90**, 5352-5360.

Rodolakis, A., Cochonneau, D. (2009). Biology of *Coxiella burnetii* and host response to infection. Proceedings of Symposium "Q fever: An emerging disease". European Buiatrics Forum, Marsella 2nd December 2009.

Rousset E, Berri M, Durand B, Dufour P, Prigent M, Delcroix T, Touratier A, Rodolakis A. (2009). *Coxiella burnetii* shedding routes and antibody response after outbreaks of Q fever-induced abortion in dairy goat herds. Appl Environ Microbiol. 75:428-33.

Ruiz-Fons, F., Rodriguez, O., Torina, A., Naranjo, V., Gortazar, C., de la Fuente J. (2008). Prevalence of *Coxiella burnetti* infection in wild and farmed ungulates. *Vet Microbiol.* **126**, 282-286.

Ruiz-Fons, F., Astobiza, I., Barandika, J.F., Juste, R.A., Atxaerandio, R., García-Pérez, A.L. (2009). Estudio serológico de *Coxiella burnetii* en el ganado vacuno en sistemas de manejo extensivos e intensivos. Resultados preliminares. XIV congreso internacional de medicina bovina. A Coruña 6, 7 y 8 de mayo de 2009.

Ruiz-Fons, F., Astobiza, I., Barandika, J.F., Hurtado, A., Atxaerandio, R., Juste, R.A., García-Pérez, A.L. (2010) Serosurvey of *Coxiella burnetii* in domestic ruminants in semi-extensive grazing systems in northern Spain. BMC Vet. Res.6: 3.

Toledo A, Jado I, Olmeda AS, Casado-Nistal MA, Gil H, Escudero R, Anda P. (2008). Detection of *Coxiella burnetii* in Ticks Collected from Central Spain.Vector Borne Zoonotic Dis. 9:465-468.

Van den Brom, R., Vellema, P. (2009). Q fever outbreaks in small ruminants and people in the Netherlands. Small Ruminant Res., 86: 74-79.

Woldehiwet Z. (2004). Q fever (coxiellosis): epidemiology and pathogenesis. Res Vet Sci. 77: 93-100.

AVANCES EN LA NUTRICIÓN PROTEÍCA DEL VACUNO LECHERO Y FORMULACION DE RACIONES EN BASE A AMINOÁCIDOS METABOLIZABLES. FACTORES QUE AFECTAN A LAS NECESIDADES DE PROTEINA DEGRADABLE Y PROTEÍNA NO DEGRADABLE.

PROF. CHARLES G. SCHWAB
UNIVERSIDAD DE NEW HAMPSHIRE USA

INTRODUCCIÓN:

El empleo del concepto de dietas equilibradas en base a los aminoácidos (AA) continúa aumentando en los Estados Unidos de América. Sin embargo, el incremento en la tasa de empleo, medido en gran parte por las ventas de metionina protegida (Met), ha estado ligado en gran medida a la evolución del precio de la leche y el coste de los alimentos, siendo menos utilizado cuando el coste de la alimentación es más elevado y/o el precio de le leche y proteína láctea es más bajo. Sin embargo, en mi experiencia, incluso en los momentos en que el margen de rentabilidad de las explotaciones es escaso, se puede emplear con éxito el racionamiento en base a aminoácidos. El sistema de formulación de Cornell (Cornell Net Carbohidrate Protein System) y el CPM Dairy fueron los dos primeros modelos disponibles para formular raciones en base a aminoácidos. La publicación del NRC 2001 con la aparición de un nuevo modelo, dio un interés adicional en la formulación de las raciones lecheras no solo para cubrir los requerimientos tradicionales de proteína como proteína degradable en el rumen (RDP) y proteína no degradable en el rumen (RUP) sino también para equilibrar las raciones en al menos los dos primeros aminoácidos limitantes, la lisina y la metionina. El riguroso desarrollo del submodelo de suministro de aminoácidos proporcionado por el NRC 2001 acompañado por las recomendaciones en las necesidades para LYS y MET, da mucha solidez al principio de "proteína ideal" dentro del sistema que propone. Las raciones lecheras pueden ser formuladas por lo tanto para asegurar un empleo más eficiente de la proteína de la ración mientras se optimiza la producción de leche y sus componentes, especialmente la proteína láctea. Esto, en si mismo, presenta la oportunidad al productor de incrementar el retorno a la inversión por los costes de alimentación, obteniendo un producto de mayor calidad con un incremento marginal del coste de alimentación. Sin embargo, los beneficios ocultos en algunos casos pueden contribuir mucho, sino más, en la rentabilidad de la explotación; las raciones equilibradas en aminoácidos han demostrado también jugar un papel preventivo para ciertas enfermedades metabólicas, con efectos positivos sobre el balance energético y mejora en los rendimientos reproductivos.

LA TEORÍA DE LOS AMINOÁCIDOS LIMITANTES.

Veinte AA son necesarios para la síntesis de proteína. Diez de ellos son clasificados como AA esenciales (EAA) y otros diez como no esenciales (NEAA). Los EAA se refieren a aquellos aminoácidos que no pueden ser sintetizados por los tejidos animales, o al menos no en la cantidad suficiente para cubrir los requerimientos de la síntesis proteica. Por lo tanto, deben ser aportados y absorbidos. Cuando son absorbidos en la cuantía necesaria para el animal, las necesidades de EAA se reducen y su utilización para la síntesis proteica alcanza su máxima eficacia. Los NEAA son rápidamente sintetizados en los tejidos animales a partir de otros aminoácidos, o a partir de metabolitos del metabolismo intermediario, así como de un suministro en exceso de EAA. A diferencia de los EAA, hay pocas pruebas de que el perfil de los NEAA es importante para la eficiencia de empleo de los AA absorbidos para la síntesis proteica. Hay muy poca o casi ninguna evidencia que sugiera que los NEAA como grupo de aminoácidos puedan ser más limitantes que los EAA cuando las vacas son alimentadas con raciones convencionales. Sin embargo, se reconoce también que la investigación actual es demasiado escasa como para excluir el hecho de que un selectivo grupo de NEAA, si se proporciona en cantidades mayores a lo que proporciona la dieta, puede tener algún efecto beneficioso sobre los animales en determinadas circunstancias. Los AA absorbidos son proporcionados a los rumiantes por la proteína microbiana, RUP y la proteína endógena. El término

AA limitante ha sido tradicionalmente empleado para identificar los EAA que son aportados habitualmente en cantidades más pequeñas en relación a sus necesidades.
La teoría de los AA limitantes ha sido adoptada como un dogma central en la nutrición proteica animal. La teoría es quizás mejor descrita por el ejemplo del barril y las tablas. Si las tablas que conforman un barril fueran de diferente longitud, en relación a la longitud de la tabla que define la forma del barril y que le daría su máxima capacidad, el volumen de líquido que el barril podría almacenar estará determinado por la longitud de la tabla más corta. La tabla más corta podría ser considerada como la más limitante para llenar el barril, porque determina la capacidad de volumen del mismo. De una manera similar, la eficiencia del uso de los AA absorbidos se determina por el suministro del primer AA limitante.



En el barril que se muestra en la figura, la metionina (MET) es el primer AA limitante. Si el suministro de MET (representado por la longitud de la tabla), relativo a sus necesidades, se incrementa tanto como la lisina (LYS), entonces la LYS y la MET serán AA co-limitantes. Las investigaciones y las experiencias de campo indican que la MET es el AA más frecuentemente limitante de la producción de proteína láctea, y la LYS es más frecuentemente el segundo AA limitante. Por lo tanto, un objetivo importante a la hora de diseñar raciones para el vacuno lechero en base a AA es alimentar con fuentes complementarias de proteínas y formas ruminalmente protegidas de AA (MET y LYS) para asegurar que las tablas de MET y LYS en el barril son de una longitud adecuada, y de la misma longitud (su aporte en relación a sus necesidades es el mismo).

AMINOÁCIDOS LIMITANTES.

LYS y MET han sido identificados como los dos AA limitantes para el vacuno lechero (NRC 2001). Esto es debido en gran medida a su baja concentración en la proteína de los alimentos comparado con las concentraciones requeridas en la proteína metabolizable (MP) y la proteína sintetizada en el rumen por las bacterias. El NRC 2001 sugiere concentraciones de LYS y MET en la MP para el máximo aprovechamiento de la MP en la producción de proteína láctea de 7,2 y 2,4 %, respectivamente. Bajo casi todas las circunstancias, estas concentraciones no pueden ser alcanzadas y como resultado, la "recomendación práctica" para LYS y MET es de 6,6 y 2,2 % si se emplea el modelo del NRC 2001. Estas recomendaciones pueden ser cubiertas en raciones basadas en silo de maiz empleando una combinación de suplementos proteicos ricos en LYS (como harinas de sangre, de pescado o de soja) y un producto a base de MET ruminalmente protegido (RPMET) y limitando la ingesta de proteína no degradable o by-pass (RUP) a los niveles necesarios. El no empleo de RPMET requiere la utilización de una mezcla de fuentes de proteína que alcance una adecuada relación LYS:MET en la proteína metabolizable (MP) de 3:1, y como resultado, más bajas concentraciones de ambos en la MP.
La histidina ha sido identificada también en numerosos estudios como primer AA limitante cuando se emplea ensilado de hierba y cebada y/o avena en las raciones, con o sin harina de plumas como única fuente de proteína by-pass (Kim et al. 1999, 2000, 2001ª, 2001b; Huhtanen et al, 2002; Coronen et al. 2000; Vanhatalo et al. 1999). Podemos especular con que la histidina es el tercer AA limitante en algunas raciones basadas en maiz, particularmente cuando no se emplea harina de sangre en las raciones. Sin embargo, el significado práctico de ser capaces de determinar los AA que son limitantes en cada caso sigue siendo una cuestión académica a día de hoy. Todavía hoy es un gran reto alcanzar el 90 % de las necesidades para LYS y MET con las materias primas disponibles. Y hasta que estos niveles no puedan ser alcanzados, es muy poco probable que podamos conocer hasta que punto la respuesta al aporte de LYS y MET puede ser inhibida por la limitación de otros AA.

REVISION DE LOS BENEFICIOS DE RACIONAR EN BASE A AMINOÁCIDOS.

Hay gran cantidad de trabajos y de muy buena calidad que resumen los beneficios asociados a enriquecer las raciones con LYS y MET metabolizable (NRC 2001; Rulquin y Verite, 1993; Sloan, 1997).

1.- Mejora la producción de leche y de sus componentes.

Garthwaite et al. (1998) resumieron 12 pruebas de campo publicadas respecto a los efectos de enriquecer las raciones con LYS y MET metabolizable. Siete de estas pruebas comenzaron inmediatamente en el postparto o en las primeras 2 – 3 semanas de lactación, y continuaron durante al menos 120 días de lactación ; la producción de leche se incrementó un promedio de 1,5 libras, la proteína en la leche 80 grs, y el porcentaje en la proteína de la leche subió en o,16 puntos. En cinco estudios similares donde las raciones de pre-parto y primer tercio de lactancia fueron enriquecidas en LYS y MET, la producción media diaria subió hasta en cinco libras, la proteína de la leche en 112 grs, y el porcentaje de proteína en leche en 0,09 unidades. En estas cinco pruebas, la grasa de la leche también subió en 115 grs y el porcentaje graso de la leche en 0,10 unidades. En todos los casos, las raciones "equilibradas en aminoácidos" tuvieron los mismos o niveles incluso más bajos de proteína bruta que las dietas basales. Este resumen de experimentos no solo demuestran la importancia de enriquecer las raciones con LYS y MET sobre el rendimiento lechero, sino que también demuestran que los principios de equilibrar las raciones en MET y LYS deberían ser aplicados también en las raciones de pre-parto para tener el máximo beneficio durante la lactación.

Durante los últimos años hemos estado trabajando con varias situaciones de granja donde las raciones fueron enriquecidas con LYS y MET. La verdad es que las respuestas han sido muy variables, pero en la mayoría de los casos ha habido retorno económico. En algunos casos, la respuesta fue menor de lo esperado pero casi siempre fue debido a un desequilibrio en la nutrición de los carbohidratos (normalmente por una carencia de fibra efectiva o sobrealimentación con carbohidratos no fibrosos), o a la sobrealimentación con proteína by-pass, o sobreestimando la biodisponibilidad de la metionina en el producto RPMET, o por la alimentación con uno o más suplementos proteicos que habían sido dañados por un tratamiento térmico excesivo y tuvieron niveles más bajos de digestibilidad de la LYS en la proteína by-pass (RUP-LYS) de lo esperado. En otros casos, sin embargo, el aumento en el rendimiento lechero ha sido sorprendente, con incrementos importantes en la producción lechera a la vez que había importantes subidas en el porcentaje de proteína de la leche de 0,1 a 0,2 unidades o más, e incrementos también en el porcentaje graso de leche de 0,1 a 0,15 unidades o más. Un retorno a la inversión de 3,5 a 1 es el objetivo de empleo de estos productos y puede ser relativamente fácil de alcanzar en rebaños bien manejados donde se presta cuidadosa atención a los detalles y a los alimentos de muy alta calidad.

2.- Mayor eficacia de empleo de la Proteína Metabolizable (MP):

Es este un factor esencial para alcanzar el máximo beneficio cuando se equilibran las raciones en LYS y MET. Esencialmente, cuando ambos AA son limitantes, las vacas son sobrealimentadas con el resto de los AA, mientras que cuando son suministrados en cantidades adecuadas.

Esto reduce el exceso de aminoácidos y a menos que haya un considerable exceso de MP por sobrealimentación de RUP (proteína by-pass), se mejora la eficacia de empleo de MP.

Es muy interesante tener en cuenta que cuando solo se consideran las necesidades de MP suponiendo que los AA están compensados, los estudios retrospectivos demuestran que la producción de leche no alcanza los valores calculados a partir del aporte de MP en el 90 % de los casos (NRC 2001). En la mayoría de los análisis realizados, Schwab et al. (2004) demostraron que en general la eficacia de empleo de la MP para la secrección de proteína láctea es solo del 0,64 comparado con el valor de los libros del NRC de 0,67, mientras que la utilización de MP se calculó que estuviera por encima de 0,67 cuando en los programas de racionamiento se incorporó el concepto de equilibrio de LYS y MET.

Sería muy interesante al menos prestar un mínimo de atención al contenido de LYS y MET de la MP si se pretende seguir confiando en el factor de 0,67 para la conversión de MP en proteína de leche. Por ejemplo, tratemos de considerar el impacto que una menor eficiencia de empleo de MP podría tener: para una vaca que produce 40 litros de leche al 3 % de proteína, si la eficiencia de empleo de la MP cayera de 0,67 a 0,60, la proteína láctea debería ser un 10 % menor (120 grs). 120 grs menos de producción de proteína láctea equivale a 2 litros menos de leche con una más baja concentración de proteína (-0,15 %). Los estudios de Pipenbrink et al. (1999) and McLaughlin et al. (2002) demuestran esta importante faceta del equilibrio de las raciones en AA. Pipenbrink et al. (1999) alimentaron una ración enriquecida con MET e hicieron un estudio dosis-respuesta empleando un diseño en cuadro latino para ir incrementando los niveles aportados de LYS. La secreción de proteína en la leche subió de forma lineal. La respuesta más beneficiosa fue el incremento de 173 grs de proteína en leche (6 libras más de leche, + 0,2 % en proteína láctea) al incrementar el aporte diario de MP-LYS a un nivel de 34 grs/dia.. La eficiencia de empleo de MP para la síntesis de proteína láctea fue solo del 0,53 para una ración no equilibrada y sin incorporación de LYS. La ingesta de materia seca fue la misma. A un nivel óptimo de incorporación de LYS , la eficacia de utilización de MP fue mejorada al 0,67. Del mismo modo, McLaughlin et al. (2002) realizó un experimento muy similar incrementando la producción de proteína láctea en 217 grs/día (4,5 libras más de leche, con + 0,27 % de proteína láctea) aumentando el suministro de MP-LYS en 49,5 grs/día.

Estos resultados demuestran que cuando solo se considera la MP para tratar de formular las raciones en base a AA, no hay una estimación de los AA que son potencialmente más limitantes. Y el rendimiento lechero es probablemente menos predecible. Schwab et al. (2004) presentaron una actualización la cual comparaba el aporte de MP, de MET y de LYS como sistemas de predicción del volumen de producción de leche y proteína láctea. El aporte de MP hizo un buen trabajo (r2 de 0,65) en la predicción de la producción de leche y ligeramente mejor en la predicción de producción de proteína láctea (r2 de 0,74). Uno esperaría al final una correlación muy cercana en unidades de proteína por litro de leche. Comparado con la MP, el aporte de MET fue un mejor sistema de predicción tanto del volumen de leche producido (r2 de 0,76) y producción de proteína láctea (r2 de 0,81). Sin embargo, cuando los estudios estuvieron limitados a aquellos en los cuales la relación de LYS:MET en la MP fue menor de 3,25:1, el suministro de LYS se convirtió en la mejor correlación tanto para la producción de leche como para la producción de proteína en leche con un r2 de 0,90. Este análisis demuestra que la posibilidad de predecir el rendimiento lácteo es mejorado cuando se presta atención al menos a los dos principales AA limitantes. Si formuláramos raciones siguiendo estos criterios, estaríamos reduciendo la variabilidad en la predicción de producción láctea, no incrementándola. Si se continuara, por el contrario, formulando raciones en base unicamente al contenido en MP sin prestar atención a la LYS y MET metabolizable, el rendimiento sería más bajo y menos predecible, y la producción de grasa y proteína en leche no sería la más adecuada, reduciendo el retorno neto de la venta de la leche.
Contrariamente al empleo de sistemas tradicionales de formulación de raciones con 18 % de proteína bruta o más, el empleo de la formulación basada en el equilibrio de AA, incrementando los niveles de LYs y MET en la MP, permitiría que las raciones fueran formuladas al 16,5 o 17,5 % de proteína bruta, mientras se mantiene el incremento en la producción de leche y el incremento en la producción de sus componentes.

3.- Eficacia alimenticia:
El equilibrio de las raciones en LYS y MET no solo lleva a una mejora en la utilización de la MP, sino en general permite mejorar la eficiencia de empleo del alimento en su conjunto. Hutjens (2005) ha propuesto una medida que puede ser utilizada para evaluar la eficiencia alimentaria. Normalmente se expresa como libras de leche corregida al 3,5 % de contenido graso por libra de alimento consumido. Sin embargo, propone otro indicador que incluye tanto la proteína como la grasa, teniendo en cuenta el importante efecto de la producción de proteína láctea: Libras de leche corregidas al 3,5 % de grasa y proteína = (12,82 * lb grasa) + (7,13 * lb proteína) + (0,323 * lb de leche). En los siete estudios de arranque de lactación citados al principio de esta revisión y realizados por Garthwaite et al. (1998), el promedio de mejora de la eficiencia alimenticia fue calculada en +0,08 (1,93 sobre 1,85 libras de leche corregida al 3,5 % de grasa por libra de materia seca de alimento consumida).

4.- Disminución de la incidencia de enfermedades metabólicas
La elevada eficacia del empleo del alimento no puede en si misma ser un buen indicador de lo saludable que es una ración, si la eficiencia productiva es a expensas de una rápida movilización de las reservas energéticas , lo cual podría conducir a alteraciones metabólicas y a retrasos o fallos reproductivos. Sin embargo, cuando las raciones están equilibradas en LYS y MET, debido a un mejor empleo de la MP, se necesita menos energía para eliminar el exceso de nitrógeno de los aminoácidos en forma de urea, permitiendo que esta energía tenga un uso más productivo. Otras razones que podrían ayudar a explicar la mejor eficiencia en el empleo del alimento pueden estar asociadas a la realidad de que la MET tiene otros importantes papeles en el metabolismo, no solo como un eslabón más en la cadena de formación de la proteína láctea.
La metionina tiene un papel muy favorable sobre el metabolismo hepático debido a su capacidad como donador de grupos metilo. Una serie de pruebas (Bauchart et al, 1998) ilustra muy claramente el papel que juega la metionina en el metabolismo hepático. La metionina tiene un papel principal asegurando la síntesis de apoprotenía B, un componente esencial en la formación del complejo de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), la cuál es responsable de la evacuación de los triglicéridos desde el tejido periférico del hígado. Un estudio que ilustra este modo de acción de Met y Lys fue el realizado por Durand et al (1992). Midieron el paso a través del hígado de VLDL antes, después y durante la infusión portal del Lys y Met añadida. Antes y después de la infusión hubo un balance neto negativo, mientras que durante el aporte del Lys y Met el balance fue positivo. A partir de este estudio, el autor lanza la hipótesis de que este fenómeno puede ser debido a que la metionina actúa en tres niveles diferentes. Primeramente, la metionina es un aminoácido esencial para la construcción de la apoprotenía B. En segundo lugar, la metionina parece estar involucrada en la transcripción genética y/o la translación de mRNA para la síntesis de apoprotenía B. Y, en tercer lugar, la metionina puede también actuar como donador de grupos metilo que favorece la síntesis de lecitina, la cuál es esencial para la elaboración del grupo hidrofílico de la VLDL hepática. El efecto neto sería una reducción en el riesgo de infiltración grasa del hígado, lo que predispone a problema como el hígado graso y la cetosis.
Dos estudios de lactaciones fueron simultáneamente llevados a cabo durante las primeras cuatro a seis semanas de lactación. Las vacas se alimentaron para estar engrasadas al parto y, a partir del mismo, recibieron una dieta restringida en energía durante el arranque de lactación. La mitad de las vacas fueron alimentadas con un suplemento de Lys y/o

Met. Las mejoras en el rendimiento fueron dramáticas: un extra de 2,5 litros de leche y un incremento de 0,25 unidades porcentuales de proteína en leche. En la segunda prueba, las mejoras en el rendimiento lácteo estuvieron asociadas con una reducción en la circulación de cuerpos cetónicos en la segunda semana de lactación, confirmando que incrementar el suministro de Met y Lys puede ayudar a reducir las alteraciones metabólicas.

MEJORAS EN LA REPRODUCCIÓN.

Los conocimientos convencionales indicarían que cualquier manipulación de la dieta que ayude a minimizar las alteraciones metabólicas y a mejorar el estado energético de las vacas en arranque de lactación debería tener también un potencial muy positivo para influir sobre los parámetros reproductivos (Santos, 2005). Robert el al (1996) observó una mejor involución uterina (porcentaje de animales cuyo útero ha regresado a un tamaño normal a los 45 días post-parto). Esto se asoció con una reducción en el número de inseminaciones necesarias para la concepción, pero no hubo una relación realmente significativa. También midieron los niveles de progesterona en leche cada tres días durante los primeros 112 días de lactaciones para analizar la ciclicidad. Fueron capaces de demostrar que las vacas recibiendo una ración equilibrada en Lys y Met tuvieron más altos niveles de progesterona antes de la ovulación fértil que los animales control. Se considera que Lys y Met potencian una ovulación más fuerte. Durante los cinco días después de la inseminación, los niveles de progesterona también fueron más elevados, lo que se considera un factor muy positivo para que la implantación del embrión tenga éxito. Thiaucourt (1996) demostró en pruebas de campo (53 granjas, 2000 vacas) que alimentando con raciones formuladas para incrementar los niveles de Lys y Met se mejoraba el intervalo parto a primera inseminación y el intervalo entre partos en cinco días.

El otro camino, a través del cual la administración de raciones equilibradas en aminoácidos podría tener un efecto positivo sobre la reproducción, es la reducción en los altos niveles circulantes de urea en sangre, por la disminución del porcentaje de proteína bruta en la ración, sin perjudicar al rendimiento productivo. Está generalmente aceptada la asociación negativa entre el nitrógeno uréico en plasma, suero y leche y la tasa de concepción en vacas lecheras de alta producción (Butler, 1996; Ferguson y Chalupa, 1993; Santos, 2005) Elrod y Butler (1993) encontraron que sobrealimentando con RUP o RDP en la dieta, el pH uterino se redujo sobre el día 7 del ciclo estral de novillas y, en el caso concreto de sobrealimentación con RDP, fue asociado con una considerable bajada en la tasa de concepción.

¿UN PAPEL SOBRE LA RESPUESTA INMUNE?

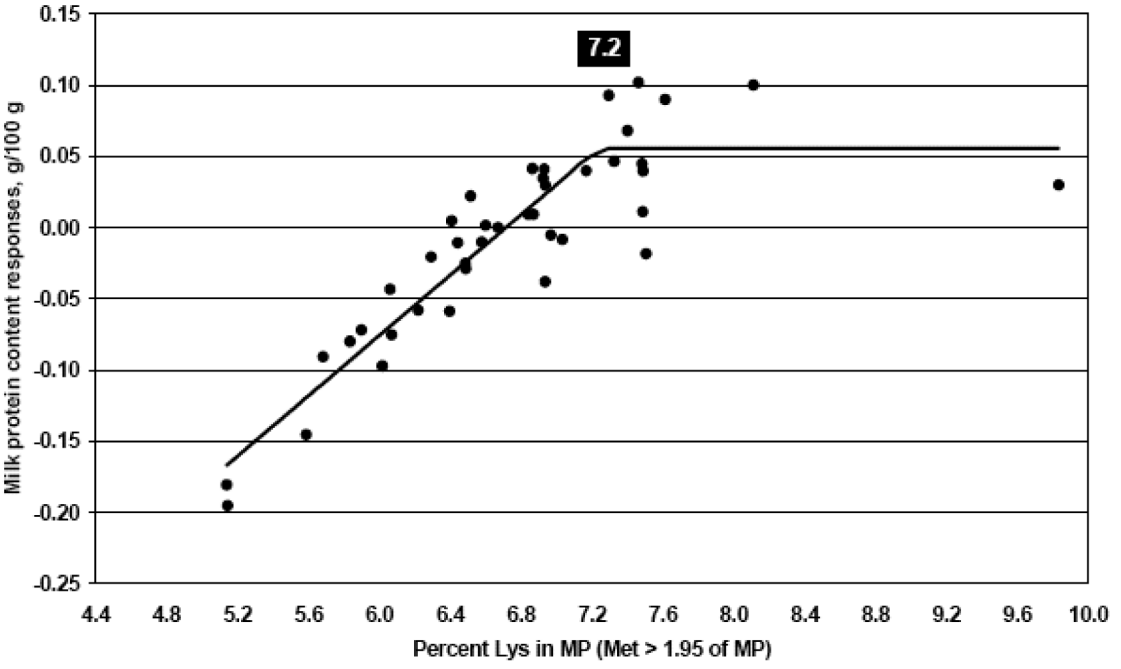
El papel de Met y Lys sobre la función inmune en vacas lecheras está todavía en investigación. Se ha demostrado en gallinas que el nivel de aminoácidos azufrados juega un papel determinante a la respuesta inmunitaria frente a enfermedades. De forma similar, en terneros de engorde estresados por su llegada al cebadero, Spears et al (1996) demostraron que fortaleciendo las dietas con Lys y Met se redujo la temperatura rectal de los animales, comparado a animales control, después de ser inoculados con IBR intranasal. Además, hubo una mejora en la respuesta humoral indicado por una titulación más alta de IgM. En vacas lecheras hay solo evidencias indirectas sobre el impacto positivo que en la elaboración de raciones equilibradas en Lys y Met pueden tener sobre el sistema inmunitario. En el estudio de campo de Thiaucourt (1996) con 2000 vacas y 53 granjas, se observaron las mejoras clásicas en porcentaje de proteína en leche (+0,13%), y en el incremento de producción láctea en arranque de lactación (+3,5 libras/día), cuando las raciones fueron equilibradas en Lys y Met. Encontraron, además, una reducción en el contaje de células somáticas de 50.000 unidades por mililitro. El autor señaló una serie de factores que podrían haber contribuido a este fenómeno: la respuesta inmune general es mejorada si los animales tienen una mejora en su estado energético, el suministro extra de metionina incrementa los niveles circulantes de taurina, que son muy importantes para mantener la estabilidad de las membranas celulares e interviene en reacciones antioxidantes, y se mejora la síntesis del anillo de queratina (una proteína rica en cisteína) en la punta del canal del pezón, mejorando la protección contra una infección intramamaria.

NIVELES ÓPTIMOS DE FORMULACIÓN DE LYS Y MET EN MP.

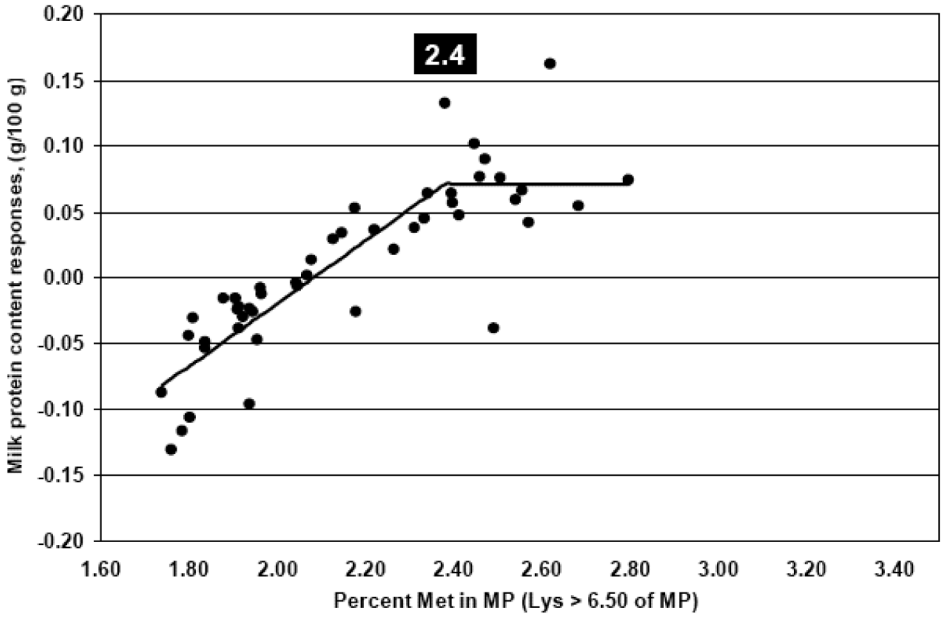
En este momento, nuestros conocimientos no están lo bastante desarrollados para determinar con seguridad los requerimientos de cada aminoácido para mantenimiento, crecimiento, lactación y gestación. La propuesta más comúnmente aceptada es la respuesta indirecta propuesta en primer lugar por Rulkin y Verite (1993). Esta metodología fue posteriormente empleada en el NRC de 2001. La ventaja de este método es que la determinación del suministro y las necesidades de aminoácidos son interdependientes. Las necesidades son estimadas como una función dosis respuesta usando los estudios previos que estiman el aporte de aminoácidos metabolizables. Por lo tanto, las necesidades son dependientes de los aportes y pueden variar entre diferentes sistemas de formulación. Para los más puristas, debería haber sólo un valor de necesidades para el animal definido según su estado fisiológico y determinado por su nivel de producción, siendo por lo tanto más correcto emplear la terminología “niveles o recomendaciones de formulación” que necesidades.

En el cuadro de abajo se puede observar la representación de las curvas empleadas como dosis respuesta para establecer los niveles de Lys y Met, como porcentaje de MP, necesarios para optimizar la concentración de proteína en leche en NRC 2001. Se estableció como nivel óptimo el 7,2% y 2,4 % de MP para Lys y Met respectivamente. Como fue indicado

con anterioridad, estos niveles no pueden ser alcanzados en la práctica. Esto es particularmente cierto en raciones basadas en maíz, donde es muy difícil alcanzar niveles de Lys más altos que 6,7% de MP. Así, el objetivo práctico de formulación sería de 6,66 para Lys y 2,22 para Met.



Es importante anotar que los niveles deseados de Met en la MP dependerán del nivel de Lys que pueda ser aportado. El primer paso es maximizar Lys como porcentaje de MP y, el segundo paso, es equilibrar Met, usando un producto de Met protegida si fuera necesario, manteniendo siempre una relación Lys:Met en MP de 3,04 a 1. Esto maximizaría la eficiencia de empleo de MP y sería preventivo a la sobrealimentación de Met. Estos niveles objetivo de formulación serán algo diferentes dependiendo del sistema de formulación empleado. Por ejemplo, cuando se utilice CNCPS o CPM Dairy, los niveles de formulación sugeridos son de 6,83% y 2,19% de MP. Esto se debe a que estos modelos, generalmente, predicen niveles más altos de Lys en MP que el NRC. El nivel objetivo de formulación de Lys tiene que ser ajustado de acuerdo a este sistema y la relación óptima de Lys y Met también cambia; una relación de 3,12 a 1 entre Lys y Met se sugiere como lo más óptimo si se emplean los sistemas CNCPS y CPM Dairy.



BIBLIOGRAFÍA

Bauchart, D., D. Durand, D. Gruffat, and Y. Chilliard. (1998). Mechanism of liver steatosis in early lactation cows - effects of hepatoprotector agents. Proc. of the Cornell Nutrition Conference, p. 27-37.

Butler, W. R. (1998). Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. J. Dairy Sci. 81:2533-2539.

Elrod, C. C., and W . R. Butler. (1993). Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. J. Anim. Sci. 71:694-701.

Ferguson, J. D., and W. Chalupa. (1989). Symposium: Interaction of Nutrition and Reproduction. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. J. DairySci. 72:746-766.

Garthwaite, B. D., Schwab, C. G. and Sloan, B.K. (1998). Amino acid nutrition of the early lactation cow. Proceedings of the Cornell Nutrition Conference,3 8-50.

Huhtanen, P., V. Vanhatalo, and T. Varvikko. (2002). Effects of abomasal infusions of histidine, glucose, and leucine on milk production and plasma metabolites of dairy cows fed grass silage diets. J. DairySci. 85:204-216.

Hutjens, M.F. (2005). Feed efficiency and its economic impact on large herds.Proceedings of the 20th Annual Southwest Nutrition & Management Conference,p. 186-191.

Kim,C. H., T. G. Kim, J. J. Choung, and D. G. Chamberlain. (1999). Determination of the first limiting amino acid for milk production in dairy cows consuming a diet of grass silage and a cereal-based supplement containing feather meal. J. Sci. Food Agric. 79:1703-1708.

Kim,C. H.,T. G. Kim, J. J. Choung, and D. G. Chamberlain. (2000). Variability in the ranking of the three most-limiting amino acids for milk protein production in dairy cows consuming grass silage and a cereal-baseds upplement containing feather meal. J. Sci. FoodAgric. 80:1386-1392.

Kim,C. H.,T. G. Kim,J. J. Choung,and D. G. Chamberlain. (2001a). Effects of intravenous infusionofamino acids and glucose on the yield and concentration of milk protein in dairy cows. J. DairyRes. 68:27-34.

Kim,C. H.,T. G. Kim, J. J. Choung, and D. G. Chamberlain. (2001b). Estimates of the efficiency of transfer of L-histidine from blood to milk when it is the first-limiting amino acid for secretion of milk protein in the dairy cow. J. Sci. FoodAgric. 81:1150-1155.

Korhonen, M. ,A. Vanhatalo, T. Varvikko, and P. Huhtanen. (2000). Responses to graded doses of histidine in dairy cows fed grass silage diets. J. DairySci. 83:2596-2608.

McLaughlin, A. M., N. L. Whitehouse, E. D. Robblee, R. S. Ordway,C. G. Schwab, P. S. Erickson, and D. E. Putnam. (2002).

Evaluation of ruminally un protected lysine as a source of metabolizable lysine for high producing cows. J. DairySci. 85:(Suppl. 1):90. (Abstr.)

National Research Council. (2001).

Nutrient Requirements of Dairy Cattle.

7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D C. Piepenbrink, M. S., C. G. Schwab, B. K. Sloan, and N. L. Whitehouse. (1999). Importance of dietary concentrations of absorbable lysine on maximizing milk protein production of midlactation cows. J. Dairy Sci. 82: (Suppl. 1): 93. (Abstr.)

Rulquin, H. and Verite, R. (1993). Amino acid nutrition of dairy cows: Productive effects and animal requirements. In Recent Advances in Animal Nutrition - 1993, pp 55-77. Edited by P.C. Garnsworthy and D. J. A. Cole. Nottingham University Press, Nottingham.

Santos, J.P. (2005). Nutrition al management strategies to improve reproductive efficiency in dairy cattle. Proceedings Intermountain Nutrition Conference,p. 101-120.

Schwab, C.G. (2001). Dairy NRC 2001: Protein System. In: Proc. Four-State Applied Nutrition and Management Conference, LaCrosse, Wl,p. 25-34.

Schwab, C. G.,R. S. Ordway, and N. L. Whitehouse. (2003). The latest on amino acid feeding. In: Proc. Southwest Nutrition and Management Conference, Phoenix, AZ, p. 27-41.

Schwab, C.G.,R. S. Ordway, and N. L. Whitehouse. (2004). Amino acid balancing in the context of MP and RUP requirements. 15th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium,p. 10-25.

Sloan, B. K. (1997). Developments in amino acid nutrition of dairy cows. In Recent Advances in Animal Nutrition, pp 167-198. Edited by P.C. Garnsworthy and J. Wiseman. Nottingham University Press, Nottingham.

Sloan, B. K. (2005). Amino acid feeding concepts fordairy rations. In: Proc. Minnesota Nutrition Conference.

Thiaucourt, L. (1996). L'opportunite de l amethionine protégée en production laitiere. Bulletin des GTV 2B, 45.

Vanhatalo, A.,P. Huhtanen, V. Toivonen, and T. Varvikko. (1999). Response of dairy cows fed grass silage diets to abomasal infusions of histidine alone or in combinations with methionine and lysine. J. Dairy Sci. 82: 2674-2685.

PATOFISIOLOGÍA DE SEPSIS Y CHOQUE SÉPTICO

DR. ALFONSO LÓPEZ MAYAGOITIA
UNIVERSITY OF PRINCE EDWARD ISLAND, CANADÁ
lopez@upei.ca

ASPECTOS HISTORICOS DE SEPSIS Y CHOQUE SEPTICO

Los primeros reporte de Sepsis comienzan en tiempos de Hipócrates en 460-377 AC cuando se reporta putrefacción de heridas en hombres y animales. Posteriormente Avicena reporta en Persia en los años 980-1037 DC muerte en pacientes por fiebre muy alta. Un evento importante en el estudio de Sepsis ocurre cuando Louis Pasteur confirma en el siglo XIX la presencia de bacterias en heridas contaminadas o en estado de putrefacción. Durante esos tiempos también se descubre el efecto preventivo de la higiene obstétrica durante el parto. En 1914 el alemán Hugo Schottmmüler hace por primera vez la conexión entre el cuadro clínico de Sepsis, infección y insuficiencia funcional de órganos Años después le toca a Lewis Thomas en 1972 postular por primera vez que el hospedador, a través de su respuesta inflamatoria, es responsable de las alteraciones fisiológicas encontradas en Sepsis. Fue L. Thomas quien dice*: "nuestro arsenal para combatir microbios es tan poderoso e involucra tantos mecanismos de defensa que a veces se vuelve más dañino para el organismo que para los microbios."* Finalmente, en 1991 Roger Bone establece un consenso para definir Sepsis y sus manifestaciones clínicas. Más de 10 años después comienza a utilizarse esta definición en medicina veterinaria.

LOS CUATRO MANIFESTACIONES DE SEPSIS Y SUS DEFINICIONES

A partir de la definición de Sepsis por Roger Bone in 1991 se establecen por primera vez cuatro formas progresivas del síndrome que comienza con una infección o trauma severo y terminan con colapso cardiopulmonar y muerte. Estos cuatros manifestaciones son: 1- Síndrome de la respuesta inflamatoria sistémica (SRIS); 2- Sepsis moderada; 3- Sepsis severa y 4- Choque séptico. Estos diferentes formas no tienen límites precisos sino que representan un "arcoíris" progresivo de manifestaciones clínicas.

1- **Síndrome de la respuesta inflamatoria sistémica (SRIS).** Esta manifestación inicial se caracteriza por fiebre, taquicardia (> 90 pulsaciones/minuto) y leucocitosis con más de 10% de estos leucocitos en banda. Es importante mencionar sin embargo que esporádicamente pacientes con SRIS pueden tener temperatura normal y leucopenia, ambas excepciones a la definición son el resultado del la forma de respuesta fisiológica o severidad de la infección.
2- **Sepsis moderada.** Esta manifestación se caracteriza por tener todos o varios de los cambios de SRIS además de la evidencia clínica de una infección o trauma severo.
3- **Sepsis severa.** Este manifestación se caracteriza por tener todos o varios de los cambios de Sepsis moderada además de evidencia clínica de disfunción orgánica múltiple (DOM) también llamada "insuficiencia multiorgánica" como sería fallo renal, insuficiencia hepática, fallo cardiovascular, etc.
4- **Choque séptico.** Esta manifestación se caracteriza por tener todos o varios de los cambios de Sepsis severa además de hipotensión marcada con colapso cardio-respiratorio. Está manifestación final generalmente va seguido de muerte.

EPIDEMIOLOGÍA

Es importante reiterar que aunque estos síndromes son causados generalmente por infecciones bacterianas, es posible también que se desencadenen por procesos inflamatorios no infecciosos como pancreatitis, trauma o quemaduras extensas. De acuerdo a estadísticas epidemiológicas en los Estados Unidos el Choque séptico es la causa más común de mortalidad en unidades de terapia intensiva (210,000 casos anuales) y con costos hospitalarios superiores a los 16 mil millones de dólares. Otros estudios muestran que mientras las fatalidad en pacientes con SRIS es solo del 20%, la fatalidad en pacientes con Sepsis severa y choque séptico es de 44% y 90%, respectivamente. Estos datos indican que la mayoría de pacientes con Choque séptico no tienen una evolución favorable.

PATOFISOLOGIA DE SRIS, SEPSIS, SEPSIS SEVERA Y CHOQUE SÉPTICO

En las últimas dos décadas se ha demostrado que la causa de Sepsis no está directamente asociada a microbios o trauma, sino a una descontrolada y excesiva respuesta inflamatoria del hospedador. En este proceso inflamatorio elimina o sobrepasa a los mecanismos anti-inflamatorios que, en condiciones normales, regulan el proceso de la inflamación. Los pilares de la patogénesis de Sepsis son primero un estimulo (infección, trauma, quemadura), seguido por una producción excesiva de mediadores químicos de inflamación y, finalmente, una alteración funcional y estructural en el endotelio vascular de múltiples órganos. Sería imposible para un veterinario clínico memorizar el enorme número de mediadores químicos de la inflamación involucrados en Sepsis, sin embargo, lo importante es entender que las alteraciones causadas por estos mediadores son las que producen los signos clínicos y la muerte. Los signos clínicos y la muerte en pacientes con Sepsis se deben a alteraciones en el flujo sanguíneo en numerosos órganos y tejidos. Es relevante mencionar que los ovinos han sido utilizados en gran medida para estudiar la patogénesis de Sepsis en condiciones experimentales.

ORGANOS AFECTADOS EN SEPSIS Y CHOQUE SEPTICO

Los vasos sanguíneos, riñones, corazón, hígado, músculo, pulmones, glándulas adrenales y encéfalo son los órganos más comúnmente afectados por Sepsis, lo que se conoce como insuficiencia orgánica múltiple. Cada uno de estos órganos se discutirá independientemente pero debe recordarse que uno o varios órganos son involucrados simultáneamente. Es la suma de estas alteraciones lo que eventualmente causa la muerte del animal.

Vasos Sanguíneos y Coagulación Diseminada Intravascular (CDI). El proceso inflamatorio descontrolado de la Sepsis, sea esta causado por infección o trauma severo, activa los procesos de coagulación causando la llamada Coagulación Intravascular Diseminada. Esta caogulopatía afecta vasos sanguíneos de pequeño calibre, sobre todo capilares. Estos vasos y capilares desarrollan pequeños trombos visibles únicamente con microscopio, pero las lesiones resultantes de estos microtrombos son obvias macroscópicamente como hemorragias petequiales. Las petequias causadas por CDI se presentan indistintamente en uno o más órganos, incluyendo piel y membranas serosas como el pericardio, endocardio, pleura y peritoneo. A diferencia de los humanos y cerdos, las hemorragias en piel son difícilmente visibles en rumiantes dada su abundancia del pelo o lana. En estas especies pueden notarse petequias en las mucosas de la conjuntiva o cavidad oral. Microscópicamente en CDI se observan pequeños trombos en los capilares. Al igual que en otras especies, rumiantes con CDI pueden tener depleción de factores de coagulación y plaquetas las cuales son consumidos para la formación de los trombos. Esto se conoce como coagulopatía por consumo y eventualmente produce hemorragias severas (diátesis hemorrágica). Los trombos de CDI también pueden causar anemia hemolítica por el daño mecánico que causan a la membrana de eritrocitos al hacerlos pasar por angostos capilares parcialmente ocluidos con microtrombos. Este tipo de anemia se llama anemia micro-angiopática. Tanto la diátesis como la anemia se presentan en estadíos terminales de CDI y su pronóstico es desfavorable. En la necropsia se observan hemorragias petequiales en varios órganos y serosas mientras que en histopatología se observan pequeños trombos de fibrina en los capilares rodeados por hemorragia o congestión.

Sepsis e Insuficiencia Renal. Datos epidemiológicos en salas de terapia intensiva de hospitales Norteamericanos revelan que 50% de los pacientes con choque séptico sufren de fallo renal aguda mientras que solo el 22% de pacientes con Sepsis severa presentaban esta insuficiencia renal. No se tienen datos en medicina veterinaria sobre el porcentaje de animales que desarrollan insuficiencia renal durante un proceso de Sepsis. La insuficiencia renal en Sepsis y Choque séptico se debe a una disminución en la perfusión sanguínea resultado de alteraciones en venas, arterias y capilares renales. Algunos rumiantes, particularmente los bovinos, desarrollan una lesión renal severa en Sepsis y Choque séptico conocida como necrosis bilateral cortical renal (NBCR). Este padecimiento se caracterizada por isquemia y necrosis severa en la corteza renal y es generalmente fatal. Clínicamente se manifiesta por insuficiencia renal aguda causada por vasoespasmo, hipotensión renal, y por reducida perfusión y filtración renal. En su superficie, los riñones afectados tienen una apariencia de mármol donde se entremezclan tres colores. Un color pálido es indicativo de isquemia, un color rojo obscuro indicativo de congestión o hemorragia y un color intermedio que corresponde al tejido renal normal. La NBCR se observa esporádicamente en bovinos con infecciones severas, particularmente las causadas por bacterias Gram-negativas como es el caso de la mastitis aguda por *Escherichia coli*. Estudios experimentales con inyecciones de endotoxina producen cambios idénticos a la NBCR en la llamada reacción de Schwartzman. En condiciones naturales esta lesión renal aparece en estadios terminales de Sepsis o Choque séptico por lo que es generalmente fatal.

Sepsis e Insuficiencia Hepática El hígado es otro "órgano blanco" ("diana") en los procesos de Sepsis severa y Choque séptico. La insuficiencia hepática es más funcional que estructural posiblemente debido a la doble circulación de este órgano. Tanto en humanos como en animales, la Sepsis severa y el Choque séptico van acompañados un aumento en la actividad de las enzimas séricas hepáticas y un incremento en la bilirrubina sérica debido a colestasis hepática. No se observan lesiones macroscópicas importantes en el hígado pero, en casos severos, puede observarse microscópicamente

distención de los canalículos biliares con bilis, disociación de los cordones hepáticos y picnosis o apoptosis de algunos hepatocitos. Ocasionalmente se pueden encontrar también pequeños trombos de fibrina y agregados de neutrófilos en sinusoides hepáticos.

Sepsis y Degeneración de músculo estriado. En 1885 el Dr. Friedrich Albert von Zenker presentó un trabajo en donde describía la apariencia de cera o vidriosa de las fibras musculares en pacientes muertos por fiebre tifoidea. Desde entonces se sabe que durante la Sepsis severa y Choque séptico se desarrollan cambios microscópicos en las fibras musculares caracterizados por hinchazón e hipereosinofilia segmental del sarcoplasma, perdida de estriaciones y ruptura de fibras con formación de conos de retracción. Estos cambios fueron posteriormente denominados "degeneración de Zenker" en reconocimiento a su descubridor. Es importante notar dos aspectos en la patología de este cambio muscular: 1- Los cambios musculares no son visibles macroscópicamente; 2- Cambios parecidos pueden observarse microscópicamente como artificio de fijación cuando tejido muscular fresco se contrae al entrar en contacto con la formalina. Rumiantes muertos de por Sepsis severa o Choque séptico muestran esta lesión frecuentemente.

Cardiomiopatía Séptica. Estudios epidemiológicos en hospitales humanos indican que el 10% de las fatalidades de Sepsis severa y Choque séptico se deben a insuficiencia cardiaca. Al igual que en el músculo estriado, los cambios en el miocardio son más funcionales que estructurales por lo que no es posible observar cambios macroscópicos en este órgano. Esta insuficiencia cardiaca se debe tanto a alteraciones en la perfusión sanguínea del corazón como a alteraciones en la función de los nervios vago y parasimpático. Las alteraciones en la contractilidad y relajación de las fibras del miocardio en Sepsis afectan al lado derecho e izquierdo del corazón, pero afortunadamente son reversibles. En el corazón de animales muertos por Sepsis o Choque séptico no se observan alteraciones microscópicas importantes salvo pequeñas áreas de hipereosinofilia, pero sin evidencia de necrosis de fibras musculares.

Sepsis y el Síndrome de Disfunción Respiratoria Aguda (SDRA). En 1967 Ashbaugh y colaboradores reportaron en la revista Lancet un síndrome respiratorio que se presentaba en pacientes con Sepsis o heridas contaminadas. Este síndrome fue originalmente descrito como Síndrome de Disfunción Respiratoria del Adulto pero posteriormente se cambió el adjetivo "adulto" por "agudo", pues también se presenta en bebes recién nacidos (convenientemente, esta aclaración no requirió cambiar las siglas). El SDRA se manifiesta clínicamente por un fallo respiratorio súbito debida a edema pulmonar e hipoxemia, todo esto en ausencia de alteraciones cardiacas (edema no cardiogénico). La administración de oxígeno tiene poco valor terapéutico. Radiográficamente se observan infiltrados alveolares bilaterales difusos y a la necropsia los pulmones aparecen notablemente húmedos o edematosos, motivo por el cual también se le da el nombre coloquial de "síndrome del pulmón húmedo". En las últimas décadas el SDRA ha sido reportado en los animales domésticos. La etiología es multifactorial pero asociada principalmente a Sepsis y en menor grado a politrauma, aspiración de contenido gástrico, quemaduras, sofocación y pancreatitis. La patogénesis de SDRA se ha estudiado extensamente en animales de laboratorio, particularmente en pequeños rumiantes. Estos estudios sugieren que los neutrófilos y los capilares alveolares son el eje central en la patogénesis de este síndrome. Durante el proceso de Sepsis descargas de citoquinas por macrófagos de muchos órganos inducen un secuestro inicial de neutrófilos dentro de los capilares pulmonares. Estos neutrófilos aumentan el ya considerable número de leucocitos normalmente adheridos a la pared capilar pulmonar ("marginated pool" en ingles). Una señal química posterior, induce a los neutrófilos a secretar en forma conjunta y masiva grandes cantidades de lisosimas, proteasas y radicales libres dentro de los capilares. Estas descargas causan un daño alveolar difuso (DAD), una lesión microscópica típica de pulmones con SDRA que se caracteriza por necrosis del epitelio alveolar, consecuente edema alveolar y formación de bandas eosinofílicas a lo largo de la pared alveolar. Estas bandas se denominan membranas hialinas. Es importante mencionar que el DAD y las membranas hialinas se observan constantemente en las llamadas "neumonías intersticiales atípicas" de los bovinos en las cuales se incluyen al "edema pulmonar y enfisema bovino" ("fog fever", en inglés), "alveolitis extrínseca alérgica en vacunos también llamada en humanos "enfermedad de los granjeros" o "enfermedad del silo mohoso"; síndrome de reinfección por *Dictyocaulus viviparus* o por VRSB. Todas estas enfermedades tienen las lesiones típicas de SDRA y muy probablemente tienen la misma patogénesis. El diagnostico diferencial de bovinos con signos clínicos de neumonía aguda o muertos mostrando edema pulmonar o neumonía intersticial debe siempre considerar la posibilidad de SDRA. Es pues, imperativo enviar muestras de pulmón afectado para estudios histopatológicos.

Sepsis y El Síndrome de Waterhouse-Friderichsen (Apoplejía Adrenal). En 1911 y 1917 los doctores Rupert Waterhouse y Carl Friderichsen reportaron alteraciones hemorrágicas severas en niños que morían por insuficiencia adrenal aguda y con signos Sepsis o purpura hemorrágica. En las autopsias de estos niños las glándulas adrenales aparecían como un gran coágulo de sangre. Este síndrome adrenal ha sido descrito en potros con Sepsis (septicemia por *Actinobacillus equuli*) pero su presentación en otras especies, particularmente rumiantes, no ha sido todavía bien documentada.

Encefalopatía Séptica. Algunos estudios reportan que 9-17% de los pacientes con Sepsis tienen una disfunción nerviosa reversible y un aumento en la mortalidad con respecto a pacientes sin encefalopatía séptica. La encefalopatía es evaluada usando generalmente el marcador (score) de Glasgow con la siguiente tabulación: 0= alerta; 2= concentración reducida y somnolencia; 3= somnolencia severa pero con respuesta a estímulo vigoroso; 4= Coma sin respuesta a ningún estímulo. La mortalidad en encefalopatía séptica es proporcional al marcador de Glasgow. La patofisiología de la encefalopatía sépticas no está totalmente esclarecida y se han postulado los siguientes mecanismos: a- Penetración de endotoxinas a la barrera hemato-encefálica; b. Reducción en la perfusión cerebral; c. Alteración de aminoácidos esenciales en sistema nervioso. Es muy probable que la depresión reportada en rumiantes con Sepsis corresponda con la encefalopatía séptica descrita en medicina humana. Faltan estudios para relacionar el grado de alerta del animal con Sepsis con el pronóstico de sobrevivencia.

Sepsis y Síndrome Hipercatabólico (Autocanibalismo séptico). Los mecanismos normales de conservación de energía y proteína evocados por simple ayuno están ausentes en pacientes con Sepsis. Estos pacientes presentan un balance metabólico negativo con un desdoblamiento rápido de las reserva de proteínas, carbohidratos y lípidos. El Síndrome hipercatabólico es inducido por un exceso de interleucinas inflamatorias, principalmente el factor de necrosis tumoral (FNT-α), IL-1 y IL-6 entre otras muchas. Este síndrome podría explicar por qué muchos bovinos y ovicaprinos pierden mucho pero corporal y están en muy mal estado de carnes después de solo unos días de manifestar una infección.

Sepsis y Disbiosis Intestinal. Algunos pacientes con Sepsis severa o Choque séptico presentan cambios significativos en la flora intestinal con aumento en niveles de endotoxina local. Este fenómeno ha sido llamado la "hipótesis intestinal de la disfunción orgánica múltiple" (DOM). Algunos estudios muestran que el vaciado y lavado intestinal con enemas reduce la severidad y mortalidad en Sepsis. El fenómeno de disbiosis intestinal ha sido poco estudiado en animales domésticos.

RESUMEN
Los signos clínicos en animales con Sepsis de deben a la reacción inflamatoria exagerada y no a la bacteria causante de la infección. Existen cuatro formas progresivas comenzando con 1- Síndrome de la respuesta inflamatoria sistémica (SRIS) 2- Sepsis; 3- Sepsis severa y 4- Choque séptico. El cuadro clínico de Sepsis es generalmente causado por bacterias, pero también puede deberse a trauma, aspiración, pancreatitis (rara en rumiantes), quemadura o asfixia. La patogenia de Sepsis se centra en cambios vasculares con reducción de la perfusión en varios órganos, todo esto producido por mediadores químicos de la inflamación (citoquinas).

PATOLOGÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO PARA VETERINARIOS DE CAMPO

DR. ALFONSO LÓPEZ MAYAGOITIA
UNIVERSITY OF PRINCE EDWARD ISLAND, CANADÁ
LOPEZ@UPEI.CA

MORFOFISIOLOGIA DEL APARATO RESPIRATORIO DEL BOVINO

Para comprender los procesos patológicos del sistema respiratorio es conveniente dividirlo en tres compartimentos estructurales ya que cada uno de ellos posee sus propios mecanismos de defensa y forma particular de responder al daño celular. Estos compartimentos son: a- Sistema de conducción, que incluye desde fosas nasales hasta los bronquios intra-pulmonares; b- Sistema de transición, compuesto exclusivamente por los bronquiolos; y c- Sistema de intercambio, constituido por los alveolos pulmonares.

El pulmón de los bovinos, al igual que el de los porcinos, tiene importantes diferencias anatómicas en relación a otras especies animales. Una de estas diferencias es la marcada individualización de los lobulillos pulmonares por la abundancia de tejido conectivo en sus paredes interlobulillares. Esta separación interlobulillar hace al pulmón bovino particularmente vulnerable a procesos de inflamación y reparación, así como también al enfisema observado en neumonías de tipo intersticial.

FLORA NORMAL DEL APARATO RESPIRATORIO

Como cualquier otra membrana mucosa en contacto con el medio ambiente, la mucosa del aparato respiratorio del los bovinos posee su propia flora o microbiota normal. Si se introduce un hisopo en condiciones asépticas hasta las partes profundas de la cavidad nasal y se envía al laboratorio crecerán varios géneros y especies de bacteria. Estas bacterias constituyen la flora nasal del aparato respiratorio y habitan únicamente en la porción proximal del sistema de conducción, o sea la cavidad nasal, nasofaringe y laringe. La tráquea, bronquios, bronquiolos (sistema de transición) y los alvéolos (sistema de intercambio), en comparación, son membranas esencialmente estériles. En estas regiones anatómicas las bacterias son típicamente eliminadas o destruidas por los mecanismos de defensa.

Las bacterias de la flora nasal varían considerablemente entre las especies animales, así como también varían de acuerdo al medio ambiente y a las aéreas geográficas donde se crían los animales. Es importante destacar que algunas bacterias presentes en la flora normal del sistema de conducción en rumiantes pueden, bajo ciertas condiciones, invadir el plumón y producir infecciones respiratorias severas. Un ejemplo es la *Mannheimia haemolytica*, un habitante normal de la mucosa nasal capaz de producir la fiebre de embarque o mannheimiosis neumónica. Un error en diagnóstico clínico es interpretar equivocadamente un aislamiento positivo atribuyéndole a *Mannhemia haemolytica* la causa de la enfermedad.

La flora nasal no es constante sino dinámica, el número de algunos microorganismos aumenta mientras el de otros disminuye. Estudios microbiológicos en bovinos de engorda demuestran un aumento notable en *Mannhemia haemolytica* cuando los animales son sometidos al estrés prolongado del transporte. Estudios experimentales también indican que el aire traqueal de los bovinos en condiciones normales acarrea hasta los pulmones bacterias normalmente presente en flora normal, incluyendo desde luego a la *Mannheimia haemolytica.* Además de este constante acarreo de bacterias, los pulmones de los bovinos y ovicaprinos es también hostigado por partículas de polvo, polen, fibras, gases tóxicos (SO_2, NO_2, H_2S,) y vapores como el amoniaco. Estas partículas, gases y vapores están presentes en el medio ambiente de un rumiante, sea este criado en estabulación, pastizal o corral de engorda. A pesar de la constante exposición a bacterias, micoplasmas, partículas, vapores y gases, el pulmón se mantiene sano gracias a sus eficientes mecanismos de defensa del aparato respiratorio.

MECANISMOS DE DEFENSA DEL APARATO RESPIRATORIO

El principal mecanismo de defensa del sistema de conducción lo forma la alfombra o escalera mucociliar. Esta carpeta está constituida por epitelio pseudoestratificado ciliado y las células caliciformes productoras de moco. Cada célula ciliada tiene alrededor de 250 cilios pulsando a una frecuencia estimada de 1,000 pulsaciones/minuto y produciendo un movimiento longitudinal promedio de 20 mm/minuto. Muchas partículas y gases inhalados son atrapados y eliminados en el moco. Las turbulencias de aire generadas por las conchas nasales dentro de la cavidad nasal facilitan el atrape de partículas. Se estima que las partículas mayores de 10 µm son atrapadas en el moco de las conchas nasales mientras

que las partículas entre 3-10µm son atrapadas en las bifurcaciones de los bronquios debido al cambio súbito en la dirección del aire inhalado. Las partículas atrapadas en el moco son eliminadas por el movimiento mucociliar hacia la faringe en donde son finalmente deglutidas.
El moco de la alfombra mucociliar también juega un papel en los mecanismos de defensa de los rumiantes contra de gases tóxicos. Los gases hidrosolubles se disuelven en el moco reduciéndose así la concentración tóxica del gas que llega al pulmón. El moco tiene contiene IgA, una inmunoglobulina que inhibe la adherencia de microorganismos a las células de la alfombra mucociliar.
Sólo las partículas menores a las dos micras (<2.0 µm) llegan hasta los bronquiolos y alvéolos. Los mecanismos de defensa en los bronquiolos son una combinación de los encontrados en los sistemas de conducción y de intercambio. Las secreciones de células bronquiolares protegen esta región que, por naturaleza, es altamente vulnerable al daño. Esta vulnerabilidad de la región bronquiolar se manifiesta en algunas enfermedades respiratorias de los bovinos como es el caso de la infecciones por virus respiratorios (RBI, VRSB y PI3) y daño toxico como el causado por el 3-metil indol en el llamado "edema y enfisema pulmonar bovino."
Los alvéolos carecen de cilios y moco, por lo que esta región pulmonar tiene un mecanismo de defensa diferente para protegerse de las partículas y patógenos inhalados. El principal mecanismo de defensa en el alveolo lo constituyen los macrófagos alveolares, células altamente fagocíticas originadas en la médula ósea. De la medula ósea se originan los monocitos sanguíneos, los cuales viajan por el sistema circulatorio hasta llegar al pulmón, en cuyo intersticio maduran y se convierten en macrófagos. Durante el transito en el intersticio pulmonar los macrófagos adquieren la capacidad de fagocitar en un medio aeróbico. El número de macrófagos alveolares es proporcional al número de partículas inhaladas que llegan al pulmón, o sea que en animal expuesto a un número alto de partículas tendrá mayor número de macrófagos en los alvéolos. Las secreciones alveolares poseen IgG y IgM; estas inmunoglobulina juegan un papel importante en la opsonización y fagocitosis por macrófagos alveolares. Las secreciones alveolares, particularmente el surfactante, favorecen la fagocitosis y actúan como antioxidantes previniendo el daño celular causado por el estrés oxidativo.
Los mecanismos de defensa del aparato respiratorio de los bovinos son notablemente eficientes en atrapar, destruir, eliminar agentes patógenos y detoxificar gases tóxicos. Estudios experimentales con aerosoles han demostrado que terneros normales son capaces de recibir dosis masivas de *Mannhemia haemolytica* ($3x10^6$ bacterias/gr de pulmón) sin que estas bacterias logren colonizar el pulmón o causar enfermedad. Sin embargo, cuando los mecanismos de defensa son deprimidos, como sucede durante infecciones virales, las bacterias fácilmente pueden colonizar el pulmón y causar neumonías bacterianas.
Por muchos años se ha sabido que en epidemias de influenza muchas personas mueren de neumonía secundaria bacteriana. Esto mismo sucede en los bovinos durante brotes de Herpes bovino-1 (IBR), Virus Respiratorio Sincicial Bovino (BRSV), Parainfluenza-3 (PI-3) y Coronavirus Respiratorio Bovino. Estudios experimentales con aerosoles han demostrado que las curvas de eliminación de *Mannhemia haemolytica* en terneros se ven notablemente reducidas 5 a 7 días después de una infección viral. Una vez deprimidos los mecanismos de defensa, bacterias de la flora nasal fácilmente colonizan el pulmón. Estas infecciones mixtas virales y bacterianas son frecuentemente el resultado del llamado sinergismo virus-bacteria. O sea, las lesiones causadas por la combinación del virus y *Mannhemia haemolytica* son mucho más severas que la suma de las lesiones causadas por estos dos patógenos en forma independiente. Es importante enfatizar que la mayoría de las infecciones por IBR o BRSV causan únicamente una "neumonía bronco intersticial" leve y transitoria. Esto explica el porqué muchos bovinos sanos que nunca han sido vacunados pueden poseer anticuerpos contra estos virus. Por razones todavía desconocidas algunos terneros mueren por una infección puramente viral especulándose que esto se debe al fenómeno de daño alveolar difuso (DAD) presente en el Síndrome de Disfunción Respiratoria Aguda (ARDS en inglés)
Además de las infecciones virales, otros factores como el edema pulmonar, uremia, amoniaco, deshidratación y estrés pueden inhibir los mecanismos de defensa en el pulmón. El edema pulmonar frecuentemente observado en rumiantes deprime los mecanismos de defensa y predispone al pulmón a infecciones bacterianas secundarias. La deshidratación es otro factor inhibitorio de los mecanismos de defensa por lo que no es sorprendente encontrar neumonía bacteriana en terneros o corderos con diarreas neonatales. Se ha postulado que la deshidratación aumenta la viscosidad del moco interfiriendo así con el movimiento de los cilios en la alfombra mucociliar. De la misma forma, se conoce que factores como la acidosis, hipoxia y estrés también facilitan la colonización del pulmón por bacterias patógenas, sobre todo *Mannhemia haemolytica*, *Histophilus somni* y posiblemente también *Mycoplasma bovis* y *Arcanobacterum pyogenes*.

EXAMEN DEL APARATO RESPIRATORIO EN LA NECROPSIA

La cavidad nasal se evalúa en la necropsia con cortes transversales o longitudinales de la cabeza; la laringe, tráquea y bronquios se evalúan en cortes longitudinales. La mucosa de estos órganos debe ser cuidadosamente observada determinando la presencia de exudados, parásitos, erosiones, úlceras, o presencia de fluido, espuma, o material inhalado. Los pulmones se observan primero y luego se palpan para detectar cambios en su textura como elasticidad, consolidación, nódulos, crepitación. Todos los reportes de necropsia deben incluir la siguiente información 1.- Distribución de las lesiones (focal/multifocal, lobar, difusa, localmente extensiva). 2.- Magnitud of de la lesión expresada en porcentaje (%)

de pulmón afectado No debe olvidarse examinar los vasos sanguíneos pulmonares investigando la posible presencia de trombos particularmente en bovinos con abscesos cerca de la vena cava. Antes de cortar los pulmones es importante tomar fotografías digitales de las lesiones.

Para histopatología se recomienda enviar al laboratorio no solo muestras de pulmón anormal sino también pulmón normal. Es importante que la fijación de tejidos para histopatología sea correcta debiéndose utilizar suficiente fijador (1:10 volúmenes de tejido: formalina) y cortando trozos de no más de 1 cm de ancho (la formalina no penetra adecuadamente si la muestra es más ancha). Se recomienda no dejar los tejidos en formol más de 5 días pues esto entorpece la inmunohistoquímica. En casos sospechosos de infección viral es recomendable congelar pulmón. Se deben enviar muestras frescas o refrigeradas de pulmón para bacteriología cuando sea necesario, sobre todo cuando haya lesiones con exudado purulento y/o abscesos. Los resultados microbiológicos deben interpretarse cuidadosamente tomando en cuenta la historia clínica y los hallazgos a la necropsia.

Congestión o hiperemia nasal son frecuentes debido a la gran vascularización de la mucosa del sistema de conducción. Estos cambios vasculares pueden deberse a timpanismo, toxemia, trauma, agonía (fallo circulatorio) o inhalación de gases irritantes y no necesariamente a inflamación o rinitis. Las rinitis y sinusitis virales son comunes en los rumiantes y generalmente aparecen en la necropsia como un enrojecimiento severo de la mucosa. De acuerdo al tipo de exudado, las rinitis y sinusitis pueden designarse como catarral, fibrinosa (diftérica), purulenta, o granulomatosa. De acuerdo a la apariencia de la inflamación, estas pueden ser también ulcerativas, necróticas, o polipoides. Los senos paranasales tienen un drenaje deficiente y en casos crónicos van frecuentemente acompañadas por una notable acumulación de moco (mucocele) o exudado purulento (empiema).

Epistaxis es secuela común a neoplasias nasales, rinitis o presencia de cuerpo extraño, particularmente en ovicaprinos. A diferencia del aparato digestivo en el cual se puede situar anatómicamente el origen de la hemorragia de acuerdo al color de las heces, en el aparato respiratorio la apariencia de la sangre es la misma en hemorragia nasal y en hemorragia pulmonar. Hemoptisis en ganado bovino está también asociada a ruptura de vasos pulmonares o tromboembolismos agudos por ruptura de abscesos hepáticos hacia la vena cava. En rumiantes con historia clínica de emaciación progresiva no específica debe investigarse la posibilidad de un carcinoma nasal enzootico.

La laringitis necrótica o difteria de los terneros es una infección secundaria causada por *Fusobacterium necrophorum* generalmente precedida por una infección viral o trauma en la mucosa de la laringe, como en el caso de IBR o excesiva vocalización. Exuberantes placas de exudado fibrino-necrótico se observan en la mucosa. En ocasiones este exudado en terneros es aspirado, lo que causa una neumonía por aspiración, o puede diseminarse sistémicamente causando toxemia o fusobacteremia.

El pulmón es un tejido comúnmente afectado por diferentes enfermedades de los bovinos por lo que es imprescindible que le clínico revise detalladamente estos órganos. Las anomalías congénitas como hipoplasia o hamartoma pulmonar, aunque raras, deben investigarse en terneros y corderos con problemas respiratorios. La melanosis pulmonar es un hallazgo incidental sin ninguna relevancia patológica que ocasionalmente es interpretado equivocadamente.

Cambios circulatorios en pulmón son muy frecuentes dada la enorme red capilar presente en estos órganos. La congestión pulmonar o acumulación pasiva de sangre se asocia a falla cardiaca congestiva (corazón izquierdo) la cual puede progresar a edema pulmonar con hemorragias intra-alveolares. Es imperativo en estos casos revisar el corazón poniendo especial atención a cardiopatías congénitas como son el defecto de septo ventricular, y la hipoplasia o displasia de válvulas, entre otros muchos.

Causas comunes de hemorragia pulmonar incluyen: falla cardiaca congestiva (ver congestión), trauma (penetración o laceración pulmonar), coagulopatías e.g., intoxicación con dicumarol), trombo embolismos pulmonares, septicemias, coagulación intravascular diseminada, embolismos, o ruptura de vasos sanguíneos por aneurismas pulmonares. Los tromboembolismos pulmonares tienen poca importancia clínica y sus causas más comunes son endocarditis y trombosis de venas yugulares en cateterización prolongada**.** Los Infartos pulmonares también tienen poca importancia clínica y aparecen generalmente en la necropsia como focos de color rojo oscuro en los márgenes del pulmón.

El edema pulmonar es una lesión frecuente en rumiantes, particularmente en los ovinos. Se caracterizada por acumulación de líquido en el intersticio pulmonar o alvéolos. En condiciones normales los pulmones producen trasudados (líquido bajo en proteína) el cual es absorbido por los vasos linfáticos. Si la producción de líquido excede la remoción, ya sea por exceso en producción o por fallo en la absorción, el líquido se acumula causando edema pulmonar. El edema pulmonar es causa común de muerte, sin embargo, en muchos casos es puramente una lesión terminal que ocurre durante la agonía o por el uso de barbitúricos en la eutanasia. Es importante interpretar correctamente el significado del edema pulmonar en una necropsia y con frecuencias es imprescindible la histopatología para establecer un diagnostico causal.

El enfisema pulmonar es una de la lesión particularmente común en los bovinos dada su marcada separación interlobulillar. Al igual que el edema pulmonar, el enfisema pulmonar requiere de una correcta interpretación para evitar errores en el diagnostico. Esta lesión puede ser un hallazgo incidental o parte de la enfermedad conocida como en el “edema y enfisema pulmonar bovino.” La histopatología es imprescindible en todos estos casos y es un error hacer diagnósticos únicamente macroscópicos.

NEUMONIAS EN RUMIANTES

No existe una clasificación universal de neumonías en medicina veterinaria. El valor de cualquier clasificación depende fundamentalmente en su utilidad práctica. Existe una clasificación morfológica sencilla que permite predecir con buen grado de confiabilidad la probable etiología y la ruta de entrada del patógeno durante la necropsia. Esta clasificación se basa en el tipo y localización de la inflamación macroscópica en el pulmón y consta de cinco formas morfológicas: 1.- Bronconeumonía supurativa; 2.- Bronconeumonía fibrinosa; 3.- Neumonía Intersticial; 4.- Neumonía embólica; y 5.- Neumonía granulomatosa.

1-La **bronconeumonía supurativa** tiene distribución craneoventral y la textura del pulmón afectado es firme (consolidado). La vía de entrada del patógeno es este tipo de neumonía es aerógena y generalmente es causada por bacterias como *Pasteurella multocida, Actinomyces pyogenes, Mycoplasma bovis*. Para que un animal muera de bronconeumonía supurativa es necesario que por lo menos el 60% de los pulmones estén afectados. El pulmón afectado está consolidado, tiene una apariencia lobulillar acentuada y el color varía de rojo intenso en casos agudos (hiperemia) a gris pálido en casos crónicos (inflamación, atelectasia, fibrosis). Típicamente, los bronquios contienen exudado purulento el cual es evidente al comprimir el parénquima pulmonar. Típicamente al exprimir en superficie de corte un pulmón afectado pus o moco sale de los bronquios. En los casos crónicos el exudado se vuelve mucoide debido a la hiperplasia de células caliciformes. En la histopatología: se observan siempre un gran número de neutrófilos y macrófagos tanto en bronquios como en bronquiolos y alveolos. Ejemplos de enfermedades que se manifiestan como una bronconeumonía supurativa figuran las neumonías enzoóticas de terneros y corderos. Entre las secuelas más comunes de la bronconeumonía supurativa figuran los abscesos pulmonares y la bronquiectasia, esta última es una dilatación permanente de un bronquio debido a la destrucción de sus paredes por el proceso inflamatorio.

2-La **bronconeumonía fibrinosa**, también llamada pleuroneumonía o neumonía lobar, es similar a la bronconeumonía supurativa pero se diferencía macroscópicamente por la presencia de fibrina en la pleura. La textura es dura y la vía de entrada de los patógenos involucrados es aerógena. Estos agentes generalmente bacterianos producen un daño severo al tejido pulmonar y su pronóstico es menos favorable que en la bronconeumonía supurativa. La *Mannheimia haemolytica* y el *Mycoplasma mycoides sub mycoides* son dos ejemplos de agentes causantes de neumonía fibrinosa en rumiantes. El *Histophilus somni* también puede producir esta lesión. El animal puede morir con 50% o menos de pulmón afectado debido a que este tipo bronconeumonía va generalmente acompañada de necrosis pulmonar y toxemia. Al abrir la cavidad torácica se observa efusión pleural con abundante fibrina sobre las superficies pleurales. En los casos más agudos la pleura tiene una apariencia de vidrio molido. En superficie de corte el pulmón afectado muestra áreas irregulares de necrosis comúnmente referidas como “marmoleado.” Microscópicamente el tejido pulmonar muestra ensanchamiento de los septos inter-lobulillares, perdida te los espacios aéreos y con mucha frecuencia se presentan áreas de necrosis coagulativa las cuales están rodeadas de un típico anillo de leucocitos degenerados (células de avena). Entre las secuelas más importantes en los animales que sobreviven la bronconeumonía fibrinosa se encuentran secuestros pulmonares, los cuales consisten en grandes áreas de tejido necrótico rodeado de tejido conectivo y abundantes adherencias pleurales.

3-La **neumonía intersticial**, también conocida como neumonitis, tiene una distribución pulmonar difusa o sea que afecta a todos los lóbulos pulmonares. Su textura es típicamente elástica. Estos cambios morfológicos de color y textura son poco marcados y difíciles de diagnosticar a la necropsia, por lo que se requiere siempre de la histopatología para su confirmación. Las neumonías intersticiales van frecuentemente acompañadas de edema y enfisema. La vía de entrada puede ser hematógena, como en septicemia, viremia y toxemia, o aerógena, como en infecciones por virus respiratorios (BRSV, RBI, PI-3), reacciones a alérgenos, o inhalación de gases tóxicos. A la necropsia se observa que los pulmones no se colapsan cuando se abre la cavidad torácica y que hay claras impresiones costales en la pleura visceral. El color de los pulmones varía de rojo en casos agudos, a color pálido en casos crónicos. Microscópicamente, la lesión está centrada en la pared alveolar, la cual está engrosada. Ejemplos de enfermedades que se manifiestan con una neumonía intersticial incluyen las infecciones por los virus de RIBI, BRSV y PI-3, al igual que el “edema y enfisema pulmonar bovino”, una alveolitis extrínseca alérgica causada por la hipersensibilidad a esporas de hongos en malos ensilados o hipersensibilidad a proteínas de parásitos pulmonares. En términos generales la neumonía intersticial es la más difícil de diagnosticar a la necropsia y es siempre necesario que el clínico envíe muestras al laboratorio para histopatología. Se recomienda investigar la presencia de virus respiratorios al mismo tiempo mediante muestras remitidas a laboratorios de virología.

4- La **neumonía embólica** tiene una distribución típicamente multifocal caracterizada por la presencia de numerosos focos de inflamación afectando todos los lóbulos pulmonares. Su vía de entrada es obviamente hematógena donde pequeños émbolos sépticos o bacterias circulantes logran adherirse a la pared de los capilares pulmonares y evadir la fagocitosis de los macrófagos intravasculares. En términos generales, los infartos pulmonares y la neumonía embólica

son similares, excepto que esta última, los émbolos son generalmente sépticos y el foco de infección se extiende centrífugamente. Ejemplos de enfermedades que se manifiestan con una neumonía embólica en rumiantes incluyen la endocarditis vegetativa en el lado derecho del corazón (válvula tricúspide o de la arteria pulmonar), émbolos originados de la ruptura de abscesos hepáticos hacia la vena cava en ganado bovino y onfaloflebitis en terneros o corderos recién nacidos. En la necropsia se observan un número variable de pequeños focos de inflamación. En los casos más agudos se observa un centro blanquecino rodeado de un halo hiperémico; con el tiempo estas lesiones maduran hasta formar pequeños abscesos pulmonares en casos más crónicos. Las secuelas comunes de neumonía embólica incluyen abscesos pulmonares distribuidos al azar en todos los lóbulos pulmonares. Microscópicamente existen focos de necrosis en las paredes alveolares rodeadas de una intensa reacción inflamatoria con edema y neutrófilos en los estadios iniciales y posteriormente con macrófagos y tejido conectivo en estadios más crónicos. Es frecuente ver en los focos de necrosis e inflamación colonias de bacterias demostrables tanto en tinciones de HE o en tinciones de Gram. En casos de neumonía embolica es imperativo que el clínico de campo haga una inspección detallada para localizar el foco de infección poniendo especial atención a las paredes y válvulas de corazón.

5- La **neumonía granulomatosa** se caracteriza por numerosos nódulos de tamaño variable y en ocasiones confluentes afectando uno a varios lóbulos pulmonares. Este tipo de neumonía puede tener una vía de entrada tanto aerógena como hematógena. Las lesiones son multifocales caracterizadas por la presencia de nódulos o granulomas pulmonares. Muy frecuentemente, las lesiones van acompañadas por nódulos similares en otros órganos, particularmente en los linfonodos Ejemplos de enfermedades que se manifiestan típicamente por una neumonía granulomatosa incluyen la tuberculosis, las micosis sistémicas (profundas) causada por hongos como el *Coccidiodes immitis*, infecciones por algas como la *Prototheca spp* o *Chlorella spp*, algunos parásitos como *Muellerius capillaris* en pequeños rumiantes, *Fasciola hepática,* larvas migratorias aberrantes, y partículas vegetales aspiradas a pulmón. Nódulos firmes distribuidos en el parénquima pulmonar. Las neumonías granulomatosas pueden ser fácilmente confundidas con neoplasias requiriéndose del uso de la histopatología para su confirmación. Microscópicamente, los nódulos están constituidos por un centro necrótico infiltrado en su periferia por macrófagos, células gigantes y tejido conectivo infiltrado con linfocitos y células plasmáticas. Es interesante notar que en las neumonías granulomatosas casi siempre es posible observar microscópicamente el agente causal por lo que es recomendable mandar muestras de pulmón y linfonodos al laboratorio para estudios histopatológicos.

En conclusión, para llegar a un diagnóstico correcto es importante que le clínico realice necropsias de campo y se apoye en los laboratorios de diagnostico. El significado de un aislamiento bacteriano debe siempre ir acorde con la historia clínica y hallazgos en la necropsia. En algunos casos una necropsia bien hecha es suficiente para formalizar un buen diagnóstico tentativo a nivel de campo. Esta necropsia debe ser sistemática pues, como comúnmente se dice en diagnostico veterinario, *"mas se pierde por no buscar que por no saber."* Se requiere de tiempo y esfuerzo para llegar a un buen diagnostico clínico o patológico. En casos de neumonías, es importante comenzar diferenciando los tipos de inflamación para así poder seleccionar las muestras apropiadas y enviarlas oportunamente al laboratorio. Es un error tratar de hacer siempre diagnósticos etiológicos sin apoyo del laboratorio. Un estudio reciente mostró que cerca de la mitad de las neumonías intersticiales diagnosticadas en necropsias eran equivocadas por no contar con el apoyo de histopatología.

RELACIÓN ENTRE MARCADORES GENÉTICOS Y CALIDAD DE CARNE EN GANADO VACUNO

JF HOCQUETTE[1]*, C BERNARD-CAPEL[2], I CASSAR-MALEK[1], H. LÉVEZIEL[3], E LAVILLE[4], B PICARD[1], G RENAND[5]

[1] INRA, UR 1213 Unité de Recherche sur les Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France
[2] Institut de l'Elevage, 75595 Paris Cedex 12, France
[3] INRA, UMR 1061 Unité de Génétique Moléculaire Animale, 87060 Limoges, France
[4] INRA, UMR 792 Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés, 31077 Toulouse, France
[5] INRA, UMR 1313 Unité de Génétique Animale et Biologie Intégrative, 78350 Jouy en Josas, France

**Corresponding author: jfhocquette@clermont.inra.fr*

RESUMEN

La terneza es un rasgo complejo que depende de las interacciones entre un gran número de genes asociados con el tejido conectivo, la grasa intramuscular y las características metabólicas de las fibras musculares, además de la proteolisis durante la maduración. La genómica nos ha traído una verdadera revolución biológica que permite estudiar todos estos genes simultáneamente. La secuencia completa del genoma bovino unido a la salida al mercado de chips genéticos de alto rendimiento, nos ayuda al descubrimiento de marcadores genéticos para calidad de carne y para la selección genética en base a la genómica. Sin embargo, diferentes estudios realizados en varios países con razas puras sugieren que los efectos de marcadores genéticos sobre la calidad de la carne son específicos de la raza y no pueden ser generalizados para todas ellas. Mientras tanto, la transcriptomica y la proteomica han favorecido el estudio del desarrollo muscular así como el descubrimiento de nuevos marcadores biológicos relacionados con la calidad de la carne. Sin embargo, estos marcadores son a menudo específicos de músculo, ya que su expresión depende del tipo de músculo al que se refieren. En base al desarrollo de la genómica, el nuevo desafío consiste en desarrollar fenotipos de alto rendimiento con la ayuda de un modelo para predecir mejor la calidad de la carne desde los diferentes marcadores genéticos identificados hasta el momento.

INTRODUCCION

Los mecanismos moleculares en el origen de los procesos biológicos están dirigidos por los productos resultantes de la expresión del total de los genes, y las estrategias para el estudio de los genes se han beneficiado por el progreso tecnológico que se ha realizado en las últimas décadas. Mientras que la biología molecular se ha centrado en el interés de unos pocos genes seleccionados de acuerdo a su función biológica los "omics" de hoy en día permiten estudiar simultáneamente, sin una previa comprensión de su función biológica, un gran número de genes, proteínas o metabolitos. En otras palabras, en el pasado solo unos pocos genes podían ser estudiados al mismo tiempo aislándolos del contexto de otros genes. En el mejor de los casos era posible el estudio de acciones e interacciones de unos pocos genes sobre una característica fisiológica específica. El reciente desarrollo de métodos de análisis genómico de alto rendimiento hace posible ahora la observación de la estructura y expresión de casi todos los genes y proteínas de forma conjunta.

La genómica estudia genomas completos, todos los genes de un organismo vivo, mediante la aplicación de técnicas de secuenciación cromosómica, entre otras. Esta disciplina experimentó un desarrollo enorme a nivel publicitario al final del siglo 20, con la publicación del primer mapa del genoma humano. De hecho, la genómica es el parte de la ciencia que estudia la estructura, función y evolución de los genomas. La genómica funcional es la parte de la genómica que estudia la función de las proteínas expresadas por un gen, su regulación y sus interacciones (Hocquette et al., 2007b). La genómica funcional recibe mucha menos atención que la secuenciación del genoma. Organizaciones privadas del negocio de rumiantes en Francia (APIS-GENE) están trabajando en asociación a instituciones públicas (INRA, CIRAD) para promover el desarrollo de la investigación en genómica (Programa AGENAE/GENANIMAL).

UNA MEJOR COMPRENSIÓN DE LOS GENOMAS

Recientes avances en el conocimiento del genoma bovino

El desarrollo de grandes recursos para la secuenciación, la movilización de fondos considerables y en especial la drástica bajada del coste de secuenciación, ha llevado al lanzamiento de programas completos de secuenciación del genoma para un creciente número de especies. El genoma bovino, entre ellos, ha sido uno de los primeros genomas de especies domésticas importantes en ser secuenciado, después de los del pollo y el perro. Los fondos han sido mayormente de origen americano (NIH, State of Texas, USDA). En la práctica, la comunidad científica internacional ha secuenciado el genoma de la hembra Hereford. El primer borrador de la secuencia fue publicado en el verano de 2006 por el Baylor College of Medicine in Houston. De aquí en adelante, la secuenciación a fondo (por ejemplo el ratio entre el número de bases secuenciadas y el número de bases del genoma) se aumento hasta sobrepasar 7X (esto significa que una secuencia dada está presente una media de 7 veces en la base de datos). Más aún, la calidad del ensamblaje se ha mejorado gradualmente de forma que se ha aumentado la calidad de las siguientes versiones de la secuencia del genoma bovino. A día de hoy, la calidad de la secuencia es bastante buena, aunque hay todavía muchos huecos y errores de ensamblaje.

Esta extraordinaria nueva herramienta modifica los métodos de trabajo ampliamente y ahorra mucho tiempo y trabajo. En efecto, la secuenciación del genoma completo a partir de diferentes individuos ha conducido al descubrimiento de muchas variaciones en la secuencia de DNA entre individuos. Generalmente el genoma entre dos individuos al azar varía en un 0,1 %. La determinación de estas variaciones de forma rutinaria se denomina genotipado. Hasta el momento, han sido encontrados en el genoma bovino un número elevado de Polimorfismos de Nucleótidos Unitarios (SNPs) (más de 2,2 millones).

Al mismo tiempo, se han desarrollado varias tecnologías de genotipado, como las desarrolladas por Illumina y Affymetrix. Estos “chips” pueden genotipar decenas de miles (en humanos cientos de miles) de polimorfismos simultáneamente. Los “chips” de Illumina, disponibles en 2008, genotipan 54.000 SNP a precio más bajo y se comercializará en 2010 uno nuevo, actualmente en desarrollo, con más de 700.000 marcadores. Este “chip” de 54K SNP es actualmente la herramienta estándar del mercado y es utilizado por la mayoría de los genetistas del mundo. Este “chip” abre la puerta a numerosas oportunidades en genética, como el análisis de la diversidad genética, mapeo fino de genes interesantes, selección asistida de marcadores (MAS) o selección genómica. El ultimo enfoque, denominado “selección genómica” (Meuwissen et al., 2001) esta actualmente desarrollándose, especialmente en ganado de leche. Utiliza toda la información relacionada con un enorme número de marcadores del genoma, para predecir estadísticamente el valor genético global. No hace referencia al conocimiento de marcadores individuales, si no que intenta predecir el valor genético a partir de un modelo de “caja negra”.

La búsqueda de marcadores genéticos

Desde los primeros años 90 el uso de la información molecular en los programas de cubrición se ha utilizado eficazmente para la mejora del ganado lechero. Pero no fue tan fácil para la producción de carne principalmente porque no existían poblaciones apropiadas fácilmente utilizables y también porque la recogida de información sobre el funcionamiento es más difícil para la calidad de carne que para la producción de leche.

Se han desarrollado diferentes programas en todo el mundo con la intención de identificar genes y polimorfismos que controlen parte de la variabilidad de las características de la calidad en la producción de carne. Uno de ellos es el GeMQual (Genetics of Meat Quality) un programa europeo que comenzó en 2001. Estaba basado en 15 razas bovinas europeas (Alberti et al., 2008). Se llevo a cabo la identificación de SNPs en genes o cerca de genes elegidos en base a su función fisiológica. (Williams et al., 2009). Se llevo a cabo la búsqueda de asociaciones entre polimorfismos y fenotipo. A través de varios métodos estadísticos se ha conseguido la identificación de 149 asociaciones significativas relacionadas con 33 genes y 87 SNPs. La mayoría de las asociaciones están relacionadas con la composición de ácidos grasos de la carne (64), las calidades sensoriales (32) o terneza (21). Algunas asociaciones están relacionadas al crecimiento (13) o al color de la carne (8) (trabajos no publicados).

En los primeros años 90 se implementaron en USA y Australia programas para detectar QTL en la calidad de carne, posteriormente lo hicieron Canada y Nueva Zelanda y más recientemente Japón y Escocia. Se publicaron algunos de estos resultados. A partir de estos resultados se obtuvo un número limitado de genes como candidatos y algunos de ellos fueron patentados. Se desarrollaron pruebas genéticas a partir de estos genes y están actualmente disponibles en estos países. Estas pruebas se basan en marcadores supuestamente relacionados con la infiltración grasa y la terneza de la carne de vacuno (revisión de Hocquette et al., 2007b).

La detección realizada en estos estudios se hizo generalmente con animales cruzados. Los programas de validación se pusieron en marcha en Australia (Cooperative Research Centre for the Cattle and Beef Industry) y en USA (Carcass Merit Project). Los resultados muestran que estos marcadores genéticos no son siempre precisos en la detección de

diferencias fenotípicas en la calidad de carne en muestras de varios animales. En principio, las condiciones de detección y validación difieren marcadamente de los sistemas de producción franceses de carne de vacuno (razas, edad, sexo, sistemas de alimentación) y de los hábitos de cocinar la carne de vacuno del consumidor francés. De cualquier forma, los resultados necesitan ser validados para saber si pueden ser utilizados también con alguna precisión en la selección en Francia.

En el 2003 se implemento en Francia, con el soporte económico del Ministerio de Agricultura, APIS-GENE, FNE y la "Office de l'Elevage", un programa de detección y validación denominado QUALVIGENE. Este programa se diseño para testar en las principales razas de vacuno de carne francesas, cualquier marcador de DNA relacionado con la mejora de la calidad de carne. El programa QUALVIGENE está basado en la descendencia de 3,349 toros jóvenes Blonda de Aquitaine, Charolais o Limousin, de 114 hijos, engordados y sacrificados en condiciones controladas. Veinticuatro socios del sector, el "Institut de l'Elevage" o INRA están involucrados en este programa. Se han recogido un total de 98 fenotipos de rasgos de la carne de vacuno, características musculares y calidad de carne: toda esta información se reunió y consolido en una base de datos a finales de 2007. Se estimaron los parámetros genéticos asociados a la calidad de la carne de vacuno en Francia y observamos una significativa variabilidad genética en nuestras razas. (Renand et al., 2006). El DNA disponible de los toros y sus padres (6,150 individuos en total) se genotipó en principio para 48 marcadores (27 SNPs and 21 microsatélites) correspondientes a 12 genes y una región cromosómica diseminada en 9 cromosomas. Entre estos genes estaban CAPN1, CAST y LOX, genes en principio relacionados con la terneza, y también los genes DGAT1, FABP4, LEP, RORC y TG y una región del cromosoma 5 (BTA5) supuestamente relacionados con la infiltración y los genes GDF8, IGF1, Myf5 y POMC para el crecimiento muscular. Debe remarcarse que al menos un marcador en el gen CAST, citado en una patente australiana, no muestra polimorfismo, hecho que confirma la obligación de una validación en nuestras razas. Se está analizando actualmente este dato. Los resultados analizados hasta el momento confirman los efectos positivos de la mutación Q204X en el gen GDF8 (miostatina) para las características de la canal y músculo del ganado Charolais (Allais et al., 2010a). No se confirmó la relación de los genes DGAT1 y TG con el contenido de grasa intramuscular (Renand et al., 2007), aunque estos genes han sido patentados por laboratorios de investigación extranjeros.

Los animales también fueron genotipados para polimorfismos de 3 nucleótidos (SNP) en el gen CAST y 4 SNPs en el gen CAPN. Dos de estos marcadores, uno en cada gen, se pueden encontrar en los test genéticos comerciales australianos o americanos. Los fenotipos de terneza y dureza por cédula de Warner-Bratzler fueron evaluados por un panel sensorial entrenado. Los resultados fueron claramente distintos para las tres razas estudiadas (Blonda de Aquitaine, Charolais o Limousine), algunos marcadores tenían efectos significativos en los animales Charolais o Blonda de Aquitaine pero no en las otras razas (Allais et al., 2010b). Esto indica que los efectos de los marcadores estudiados son específicos de raza.

En este tipo de investigación, puede también ser importante trabajar con fenotipos más simples como la expresión de genes a nivel de la transcripción de proteínas que juega un papel en la determinación de un fenotipo complejo como la terneza. Aún más, el poder de las metodologías de la genómica ofrecen una esperanza para la detección de marcadores "fisiológicos" que podrían ser utilizados en combinación con y de forma complementaria a los marcadores genéticos Estos marcadores fisiológicos están también ayudando para comprender mejor el crecimiento muscular y la maduración.

UNA MEJOR COMPRENSIÓN DE LA BIOLOGÍA MUSCULAR

La estrategia desarrollada en la genómica funcional consiste en la identificación de los genes o las proteínas que son expresadas de forma diferente entre animales extremos sin un conocimiento previo de los procesos involucrados (para revisiones sobre transcritómica y proteómica aplicadas al músculo y carne ver Hocquette et al., 2007b y Picard et al, 2010). El desarrollo de la genómica funcional ha provocado descubrimientos que pueden tener efecto para la industria de la carne de vacuno a medio plazo.

Comparación de la expresión génica entre diferentes tipos de músculo

Es aceptado que el principal factor para la variación de la terneza de la carne de vacuno es el tipo de músculo en vez de la raza o el tipo de animal. Un estudio sobre las diferencias entre dos tipos de carne de vacuno identificó ciertos genes interesantes con relación a la biología del músculo, algunos de los cuales están relacionados con las propiedades contráctiles o metabólicas del músculo (Sudre et al., 2005).

Expresión génica con relación al sistema de producción

Se estudió en el INRA la influencia de dos sistemas diferentes de producción (animales en pasto frente a ganado alimentado con silo de maíz) sobre la expresión génica en dos músculos. Se clarificó que mientras el tipo de músculo tiene un efecto considerable en la expresión génica, el efecto del sistema de producción es menos claro. De cualquier forma, se identificaron los marcadores para alimentación con pasto (Cassar-Malek et al., 2009).

Expresión génica durante el desarrollo

Un estudio (Sudre et al., 2003) permitió identificar 110 genes que se expresaban de forma diferente en músculo desde los 110 días post-concepción hasta los 15 meses de edad (las funciones del 33 % de estos genes sigue sin conocerse). Este trabajo confirma la importancia en bovino de los tres últimos meses de gestación en la diferenciación muscular. Adicionalmente, se analizó el proteoma del músculo semitendinoso en cinco momentos cruciales del periodo fetal. Esto permitió la identificación de 245 proteínas cuya abundancia se modificaba en estos estadios (Chaze et al., 2008). Los estadios más tempranos se caracterizan por proteínas con la proliferación y apoptosis, mostrando que el balance entre estos procesos juega un papel fundamental en el control del número de fibras. El ultimo trimestre se caracteriza por una modificación en las isoformas de las proteínas contráctiles y metabólicas, de acuerdo de la diferenciación y modificación de las fibras en este periodo (Chaze et al., 2009a). Se están desarrollando nuevos estudios utilizando herramientas bioinformáticas para explorar las funciones biológicas de los genes identificados.

Perfiles de expresión de los genes relacionados con la infiltración en músculo y carne

Muchas de las personas que trabajan en la industria de la carne de vacuno están buscando genes capaces de identificar animales con un gran potencial para acumular grasa intramuscular para poder producir carne infiltrada (i.e. rica en lípidos), que es suave y sabrosa. Mientras que los consumidores en Europa aprecian carne sin grasa, en Asia se aprecia la carne muy engrasada, la mejor conocida es la carne de Kobe. Los investigadores, partiendo de los resultados de los estudios japoneses y australianos sobre las razas “Negra japonesa” y “Holstein”, han sido capaces de descubrir genes asociados a la infiltración grasa de la carne (Wang et al., 2005), y uno de estos (A-FABP correlacionado con una proteína específica de unión de ácidos grasos al adiposito) fue también identificado por los investigadores del INRA (Jurie et al., 2007). Estos resultados pueden ayudar a la puesta en marcha de estrategias de producción dirigidas a controlar el desarrollo de grasa intramuscular en diferentes momentos del crecimiento del animal.

Perfiles de expresión de gen y proteína con relación al potencial de crecimiento muscular

La hipertrofia muscular es particularmente interesante para la producción de carne de vacuno y tiene un gran impacto económico porque permite que se produzca más carne por animal. El aumento del desarrollo muscular está positivamente relacionado con la terneza de la carne, pero no con su sabor. Consecuentemente, los análisis de genómica funcional se llevaron a cabo en dos tipos de músculos de toros jóvenes seleccionados por su diferencia en cuanto al potencial de crecimiento muscular. El resultado fue que la selección en base a la velocidad de crecimiento reduce la actividad oxidativa de los músculos (Sudre et al., 2005). De igual forma, algunos genes relacionados con la estructura muscular o la regulación celular se expresan más en toros con un bajo potencial de crecimiento (Sudre et al., 2005). Más recientemente, la sobre-expresión de 2/3 de genes asociados a la glicólisis se ha demostrado en los músculos *Longissimus thoracis* decoros jóvenes con una gran capacidad de crecimiento (Bernard et al. 2009). Más aún, los niveles de expresión de genes (FGF6, PLD2), que se sabe que están relacionados con la hipertrofia muscular en roedores, han sido relacionados con el incremento de masa muscular de toros jóvenes, independientemente de la cantidad de grasa.

La investigación también se ha desarrollado en los denominados animales de doble grupa que se caracterizan por una masa muscular mayor y un bajo contenido de grasa en la canal y el músculo, debido a la pérdida de la función de mutación del gen de la miostatina (un regulador negativo del músculo esquelético). Los estudios comparando La transcriptasa muscular en animales de doble grupa y animales normales han subrayado el importante papel de los genes involucrados en el crecimiento del tejido conectivo, metabolismo energético muscular y metabolismo lipídico muscular (Cassar-Malek et al., 2007), y también en los procesos de apoptosis (Chelh et al., 2010). Queda por entender como la expresión de estos genes afecta a la calidad de carne o controla la hipertrofia muscular.

El análisis proteómico del músculo *Semitendinosus* del Ganado con hipertrofia muscular de animales de origen monogénico (doble grupa) o poligénico (seleccionados por su potencial de crecimiento muscular) realizado por Bouley et al (2005) estuvo de acuerdo con los resultados de la expresión génica. Como complemento, ellos demostraron que el crecimiento muscular estaba asociado con el aumento de la abundancia de troponina T rápida (TnTf) que contiene el exon 16 y la disminución de la abundancia de TnTf que contiene el exon 17.

La oveja Texel es también un interesante modelo de desarrollo muscular que afecta de forma distinta a los diferentes tipos musculares. Los análisis proteómicos a partir de 4 tipos musculares han demostrado que el incremento en la masa muscular está asociado con la expresión de las enzimas relacionadas al metaolismo energético. proteínas reguladoras del estrés oxidativo, y transferían marcadora de la hipoxia (Hamelin et al., 2006). La responsable de este rasgo en la raza Texel es una mutación en el promotor de la miostatina. Esta mutación específica interfiere con la producción de miostatina, mediante la creación de una diana falsa para el microRNA en la RNA transcriptasa que dirige su degradación. Por tanto, aunque el gen de la miostatina se expresa, el RNA esta dañado la miostatina no puede sintetetizarse normalmente, de este modo se produce la hipertrofia muscular (Clop et al., 2006). Este mecanismo es de hecho un ejemplo de proceso cellular general conocido como “interferencia del RNA”.

Expresión de genes y proteínas asociados a la terneza de la carne

Se han realizado análisis de la expresión génica con relación a las transcripciones (Bernard et al., 2007) o proteínas (Bouley et al., 2004) en el músculo con el fin de identificar marcadores de la calidad de carne. Se han identificado algunos genes fuertemente correlacionados con el sabor y jugosidad en toros jóvenes de la raza Charolais. De igual forma, se ha detectado un gen cuya expresión esta negativamente correlacionada con la terneza, aunque la función biológica de la proteína codificada por este gen debe ser clarificada (Bernard et al., 2007). La identificación de este gen llamado DNAJA1 que influye sobre la terneza de la carne de vacuno ha sido recientemente publicada en la prensa general y en la técnica. La relación entre su expresión y la terneza fue descubierta a través del proyecto MUGENE, que es una parte del programa AGENAE/GENANIMAL en colaboración con la cadena de producción de carne de vacuno francesa (representada por APIS-GENE). Este gen por si solo puede explicar hasta el 63 % de la variabilidad en la terneza de carne de los 14 toros jóvenes en el estudio que produjeron la carne más tierna y la más dura. Este gen codifica una proteína relacionada con el shock térmico llamada Hsp40. Esta proteína y otras proteínas de la misma familia, incluida la Hsp27 que está tambien relacionada con la dureza de la carne, tiene una actividad anti apoptotica (la apoptosis es una muerte celular programada que tiene lugar principalmente después del sacrificio). Ellas podrían por tanto ralentizar el proceso de muerte celular y consecuentemente la maduración de la carne, que tiene un efecto beneficiosos sobre el ablandamiento muscular después de que el animal ha sido sacrificado (Herrera-Mendez et al., 2006; Hocquette et al., 2007a). Se han planificado futuros análisis para validar la relación entre la expresión de la DNAJA1 y la terneza de la carne en un gran número de bovinos. Sin embargo, estos genes o proteínas no pueden por si mismos explicar totalmente la terneza. Esta característica particular depende de hecho de otros muchos factores: la dieta de los animales, los cruces, sacrificio y condiciones de maduración, método de cocinado, etc.

El estudio proteómico de Chaze et al., (2009b) sobre las tres principales razas francesas de carne mostró de hecho que las proteínas relacionadas con la terneza son diferentes según las razas. Sin embargo, nosotros observamos en todas las razas que las proteínas del tipo oxidativo lento están positivamente correlacionadas con la terneza incluso aunque las proteínas no sean las mismas para cada raza. La actina alfa es la única proteína que esta positivamente correlacionada con la terneza en las tres razas de acuerdo con otros resultados.

Para resumir, se han obtenido resultados interesantes a través de enfoques relacionados con la genómica functional aplicados al estudio de la calidad de carne de vacuno (Hocquette et al., 2007a, 2007b). Con el fin de validar la relación de los marcadores descritos previamente con la terneza de la carne de vacuno en una gran población de animales de producción cárnica, es necesario tener técnicas fiables y a gran escala. Se han desarrollado dos tecnologías. El propósito de la primera es cuantificar la expresión de los genes con relación con el crecimiento muscular y la calidad de la carne de vacuno. Para conseguir este objetivo, nosotros desarrollamos un chip Agilent con sondas específicas de los genes musculares bovinos conocidos como predictores de la calidad de la carne de vacuno. Se seleccionaron más de 3000 genes relacionados con la biología muscular o la calidad de carne a partir de estudios genéticos, proteómicos o trnscriptómicos o de publicaciones científicas (Hocquette et al., 2009). Muy pronto IMAXIO propondrá un servicio de análisis transcriptómico de los músculos bovinos. El propósito de la segunda tecnología es valorar diferentes proteínas relacionadas con la terneza. Para este objetivo, la técnica Dot-Blot con detección fluorescente presenta muchas ventajas (Buena reproducibilidad y análisis simultaneo de una gran número de muestras) (Guillemin et al. 2009). Con esta técnica, se han cuantificado 24 proteínas relacionadas con la terneza a partir de 222 animales, bueyes y toros jóvenes de raza Charolais, trabajando con dos músculos *Semitendinosus* y *Longissimus thoracis* (Guillemin et al., resultados no publicados).

El porvenir también depende enormemente en planteamientos de integración (o integración de datos) independientemente del asunto: asociación de fenotipo-SNP, o expresión de SNP, expresión de la bioquímica muscular, predicción de la calidad de carne, etc. En cualquier caso, el concepto de una base de datos, condiciones o referencias de medida y herramientas matemáticas o estadísticas serán la base de estas nuevas líneas de investigación. En la primera línea están los investigadores australianos, ya que ellos han desarrollado el sistema de predicción de la calidad de carne más comprensible hasta la fecha (“Meat Standards Australia”). Con el fin de mejorar el funcionamiento del sistema, ellos pretenden integrar nuevos marcadores genéticos y genómicos actualmente en fase de validación. Esta visión integradora es la llave para alcanzar los desafíos actuales.

CONCLUSIONES

Esta claro que la genómica ha realizado un progreso espectacular en los últimos años, particularmente en el ganado. La secuenciación del genoma bovino completo unida a la salida al mercado de chips de genotipado de alto rendimiento a precios cada vez más bajos son revoluciones reales. En genética, la llegada de nuevos métodos para estimar la capacidad de transmisión, como la selección genómica, están cambiando la forma de trabajar de los equipos profesionales de selección. Los métodos de predicción explotaran las posibilidades futuras ofrecidas por las nuevas herramientas basadas en las “-omics”- (transcriptómica, proteómica y metabolómica). Mientras tanto, Los fisiólogos han publicado listas de los genes musculares regulados por factores relacionados con la producción o con la calidad de carne.

Gracias al desarrollo de los enfoques de las "omics", la obtención de datos ha sido muy rápida. Los biólogos están enfrentándose con la dificultad de integrar los datos de la genómica con los fenotipos, para poder interpretarlos mejor. Para la integración, los desafíos están actualmente en la recogida de los datos en bases de datos manejables y en la utilización de herramientas bio-informáticas para modelar esos datos. Para conseguir este objetivo, la precisa descripción de fenotipos a gran escala será probablemente el mayor desafío a conseguir. En el área de la calidad de carne de vacuno, los investigadores australianos están en primera línea, ya que ellos han desarrollado el sistema de predicción de la calidad de carne más comprensible hasta la fecha ("Meat Standards Australia") (Polkinghome et al., 2008). Con el fin de mejorar el funcionamiento del sistema, ellos pretenden integrar nuevos marcadores genéticos y genómicos actualmente en su sistema de predicción. Esta visión integradora es la llave para alcanzar los desafíos actuales. De este modo, la modelización y la genómica se unen en esos enfoques de integración y enriquecimiento de los datos de la genómica, y estos enfoques de integración son por el momento los más adecuados para proporcionar una respuesta en la predicción de la calidad de carne de vacuno.

REFERENCES

Albertí P., Panea B., Sañudo C., Olleta J.L., Ripoll G., Ertbjerg P., Christensen M., Gigli S., Failla S., Concetti S., Hocquette J.F., Jailler R., Rudel S., Renand G., Nute G.R., Richardson I., Williams J.L., 2008. Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. Livestock Science, 114, 19–30.

Allais S., Levéziel H., Payet-Duprat N., Hocquette J.F., Lepetit J., Rousset S., Denoyelle C., Bernard-Capel C., Journaux L., Bonnot A., Renand G., 2010a. Journal of Animal Science, 88, 446-454.

Allais S., Hocquette J.F., Levéziel H., Payet-Duprat N., Lepetit J., Rousset S., Denoyelle C., Bernard-Capel C., Journaux L., Renand G., 2010b. The effects of polymorphisms in the calpastatin and μ-calpain genes on beef tenderness are breed specific. Book of Abstracts of the 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Heraklion, Crete Island, Greece, August 23rd–27th, 2010, in press.

Bernard C., Cassar-Malek I., Le Cunff M., Dubroeucq H., Renand G., Hocquette J.F., 2007. New indicators of beef sensory quality revealed by expression of specific genes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 5229-5237.

Bernard C., Cassar-Malek I., Renand G., Hocquette J.F., 2009. Changes in muscle gene expression related to metabolism according to growth potential in young bulls. Meat Science, 82, 205-212.

Bouley J., Meunier B., Culioli J., Picard B., 2004. Analyse protéomique du muscle de Bovin appliquée à la recherche de marqueurs de la tendreté de la viande. Rencontre Recherches Ruminants, 11, 87-89.

Bouley J., Meunier B., Chambon C., De Smet S., Hocquette J.F., Picard B., 2005. Proteomic analysis of bovine skeletal muscle hypertrophy. Proteomics, 5, 490-500.

Cassar-Malek I., Jurie C., Bernard C., Barnola I., Micol D., Hocquette J.F., 2009. Pasture-feeding of charolais steers influences skeletal muscle metabolism and gene expression. Journal of Physiology Pharmacology, 60, Suppl 2, 83-90.

Cassar-Malek I., Passelaigue F., Bernard C., Léger J., Hocquette J.F., 2007. Target genes of myostatin loss-of-function in muscles of late bovine fetuses. BMC Genomics, 8, 63.

Chaze T., Meunier B., Chambon C., Jurie C., Picard B., 2008. In vivo proteome dynamics during early bovine myogenesis. Proteomics, 8, 4236-4248.

Chaze T., Meunier B., Chambon C., Jurie C., Picard B., 2009a. Proteome dynamics during contractile and metabolic differentiation of bovine foetal muscle. Animal, 3, 980-1000.

Chaze T., Hocquette J.F., Meunier B., Renand G., Journaux L., Capel C., Picard B., 2009b. Recherche de marqueurs de tendreté de la viande de jeunes bovins de races à viande par analyse protéomique. Rencontres Recherches Ruminants, 16, 151-154.

Chelh I., Meunier B., Picard B., Reecy M., Chevalier C., Hocquette J.F., Cassar-Malek I., 2009. Molecular profiles of Quadriceps muscle in myostatin-null mice reveal PI3K and apoptotic pathways as myostatin targets. BMC Genomics, 10, 196.

Clop A., Marcq F., Takeda H., Pirottin D., Tordoir X., Bibé B., Bouix J., Caiment F., Elsen J.M., Eychenne F., Larzul C., Laville E., Meish F., Milenkovic D., Tobin J., Charlier C., Georges M., 2006. A mutation creating a potential illegitimate microRNA target site in the myostatin gene affects muscularity in sheep. Nature Genetics, 38, 813-818.

Guillemin N., Meunier B., Jurie C., Cassar-Malek I., Hocquette J.F., Leveziel H., Picard B., 2009. Validation of a Dot-Blot Quantitative Technique for Large Scale Analysis of Beef Tenderness Biomarkers. Journal of Physiology and Pharmacology, 60, 91-97.

Hamelin M., Sayd T., Chambon C., Bouix J., Bibé B., Milenkovic D., Leveziel H., Georges M., Clop A., Marinova P., Laville E., 2006. Proteomic analysis of ovine muscle hypertrophy. Journal of Animal Science, 84, 3266-3276.

Herrera-Mendez C.H., Becila C.H., Boudjellab A., Ouali A. 2006. Meat ageing : reconsideration of the current concept. Trends of Food Science and Technology, 17, 394-405.

Hocquette J.F., Bernard C., Cassar-Malek I., Lepetit J., Micol D., Jurie., Meunier B., Renand G., Picard B., 2007a. Mise en évidence de marqueurs de tendreté de la viande bovine par des approches de génomique fonctionnelle (projet MUGENE). Rencontre Recherches Ruminants, 14, 117-120.

Hocquette J.F., Lehnert S., Barendse W., Cassar-Malek I., Picard B., 2007b. Recent advances in cattle functional genomics and their application to beef quality. Animal, 1, 159-173.

Hocquette J.F., Bernard-Capel C., Vuillaume M.L., Jesson B., Levéziel H., Cassar-Malek, I., 2009. The GENOTEND chip: a tool to analyse gene expression in muscles of beef cattle. BIT's 2nd Ann. Congr. Expo of Molecular Diagnostics (CEMD-2009). November 19-21, Beijing, China, 92.

Jurie C., Cassar-Malek I., Bonnet M., Leroux C., Bauchart D., Boulesteix P., Pethick D.W., Hocquette J.F. 2007. Adipocyte fatty acid-binding protein and mitochondrial enzyme activities in muscles as relevant indicators of marbling in cattle. Journal of Animal Science, 85, 2660-2669.

Meuwissen T.H.E., Hayes B.J., Goddard M.E., 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. Genetics, 157, 1819-1829

Picard B., Berri C., Lefaucheur L., Molette C., Sayd T., Terlouw C., 2010. Skeletal muscle proteomics in livestock production. Briefings in Functional Genomics and Proteomics, in press.

Polkinghome R., Watson R., Thompson J. M., Pethick D.W., 2008. Current usage and future development of the Meat Standards Australia (MSA) grading system. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48, 1459-1464.

Renand G., Malafosse A., Ménissier F., Levéziel H., Hocquette J.F., Lepetit J., Rousset S., Denoyelle C., Dodelin V., 2006. Genetic variability of meat quality in the French Charolais, Limousin and Blonde d'Aquitaine beef cattle. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizontez, MG, Brasil.

Renand G., Payet N., Levéziel H., Denoyelle C., Hocquette J.-F., Lepetit J., Rousset S., Dodelin V., Malafosse A., 2007. Markers in DAGT1 and TG genes are not associated with intramuscular lipid content in the french beef breeds., In: 53rd International Congress of Meat Science and Technology, 5-10th august 2007, Beijing, China, pp. 75-76.

Sudre K., Cassar-Malek I., Listrat A., Ueda Y., Leroux C., Jurie C., Auffray C., Renand G., Martin P., Hocquette J.F., 2005. Biochemical and Transcriptomic analyses of two bovine skeletal muscles in Charolais bulls divergently selected for muscle growth. Meat Science, 70, 267-277.

Sudre K., Leroux C., Piétu G., Cassar-Malek I., Petit E., Listrat A., Auffray C., Picard B., Martin P., Hocquette J.F., 2003. Transcriptome analysis of two bovine muscles during ontogenesis. Journal of Biochemistry, 133, 745-756.

Wang Y.H., Reverter A., Mannen H., Taniguchi M., Harper G.S., Oyama K., Byrne K.A., Oka A., Tsuji S., Lehnert S.A., 2005. Transcriptional profiling of adult muscle in Japanese Black Cattle to identify genes involved with the development of intramuscular fat. Australian Journal of Experimental Agriculture, 16, 201-210.

Williams J.L., Dunner S., Valentini A., Mazza R., Amarger V., Checa M.L. , Crisà A., Razzaq N., Delourme D., Grandjean F., Marchitelli C., García D., Pérez Gomez R., Negrini R., Ajmone Marsan P., Levéziel H., 2009. Discovery, characterization and validation of single nucleotide polymorphisms within 206 bovine genes that may be considered as candidate genes for beef production and quality. Animal Genetics, 40, 486-491.

LIDERAZGO EFECTIVO Y HABILIDADES GERENCIALES DEL VETERINARIO

JORGE M. ESTRADA
LEADERSHIP COACHING INTERNATIONAL, INC.

INTRODUCCION

La función del veterinario como líder y sus habilidades gerenciales son necesarias en todos los ámbitos en los que se desenvuelve. El mismo hecho de gestionar su propia clínica o práctica veterinaria, solo, o en combinación con otros asociados presenta un reto muy grande. Ese liderazgo demanda que el veterinario identifique sus fortalezas y debilidades y poder ir creciendo y desarrollándose como profesional y como persona. Es así que puede llegar a hacer una diferencia consigo mismo, su ámbito La profesión y función del médico veterinario profesional continúa cambiando a pasos agigantados. El obtener un título de veterinario y luego salir a ejercer la profesión al medio ya no garantiza necesariamente no solo la satisfacción personal de la contribución de uno a la medicina bovina, pero también la forma en la que las explotaciones bovinas utilizan los servicios veterinarios está cambiando a una forma de mas consultoría y menos trabajo de manos a la obra. En la vida funcional del veterinario existen y van a existir un sinnúmero de cambios para los cuales va a tener que estar preparado a enfrentar, y planificar de acuerdo a habilidades personales y futuro deseado.

¿QUE ES EL LIDERAZGO EFECTIVO?

"Los métodos dictatoriales y de control absoluto sobre la gente están desapareciendo; la influencia es el ingrediente central en movilizarse a sí mismo y a otros a alcanzar visiones que valen la pena" Podríamos definir a un líder como alguien que Influencia a que haya cambio o movimiento en un ambiente o sistema. Entonces basados en esta premisa del cambio, podríamos definir el liderazgo como la *actividad* de INFLUENCIAR el cambio o movimiento en un ambiente o sistema con la intención de crear un resultado especifico. Entonces el liderazgo efectivo podríamos definirlo como la actividad en la cual una persona o grupo de personas influencian para que haya cambio en un sistema o ambiente y que actualmente haya cambio(s) que creen resultado(s) especifico(s) que es/son medibles ya sea en términos de producción o de retorno financiero para el sistema, y que sea sostenible a lo largo del tiempo. Entonces nos podría surgir la pregunta, ¿que tan efectivo estoy siendo en mi liderazgo? O ¿Qué resultados estoy produciendo con mi liderazgo? Y si parte del liderazgo tiene que ver con influencia, ¿Qué estoy influenciando actualmente, o que necesito influenciar en los ámbitos en los que me desenvuelvo?

Las habilidades gerenciales del veterinario las vamos a centrar alrededor de este efecto de la influencia en el trabajo que hacemos. Es decir, el veterinario tiene responsabilidades respecto a la gestión de su negocio y en su papel de apoyar a sus clientes en la gestión de sus propios negocios. Para poder apoyar a nuestros clientes en la gestión de sus negocios vamos a necesitar habilidades de influencia.

LA INFLUENCIA EN EL PAPEL DEL LIDERAZGO

Lideres efectivos también saben hacer una cosa muy bien, saben cómo influenciar a la gente. En la mayoría de organizaciones y la forma en la que se está trabajando hoy en día entre profesionales, no se trata de tener autoridad necesariamente, se trata de influenciar (el desafío de liderar a aquellos que no tienen una línea directa de reporte a nosotros) a otros. Descubramos el poder inherente en las 9 esferas de influencia.

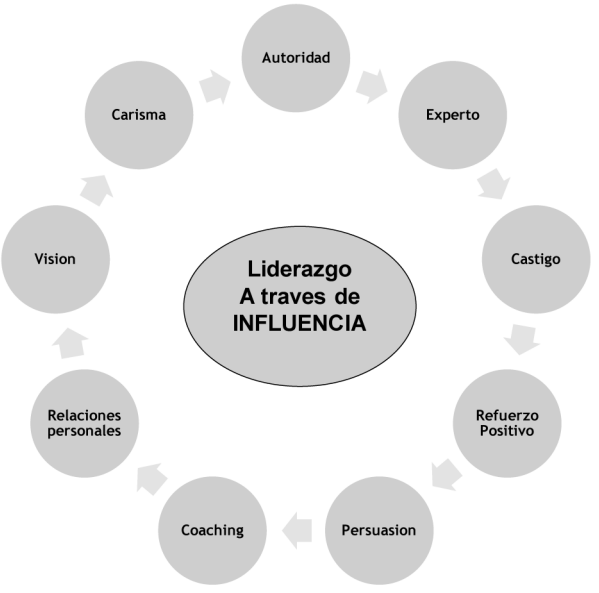
En la política, una esfera de influencia es generalmente definida como la influencia cultural, económica, militar o política que un estado ejerce sobre otro estado. Igualmente, líderes poderosos tienen una esfera de influencia que usan para influenciar a las personas que les rodean. Escrito en 1959, de French y Raven, "Las Bases para el Poder Social" es citado comúnmente en textos de management como el modelo de como influenciar a las personas. Sin embargo, ellos listan solo 5 fuentes de influencia, los cuales son:

- Recompensa Cohersion Experto
- Autoridad (legitima) Referente (Carisma)
- Han pasado ya 51 años desde que este material clásico sobre como influenciar fue escrito y publicado y los tiempos han cambiado mucho. Por ejemplo, hay ya un sin número de investigaciones en aéreas de psicología y management de las que podemos extraer para entender mejor la naturaleza de la influencia en el líder. Aparte de las 5 partes mencionadas por French y Raven, existen 4 mas hoy en día:

- Coaching Vision
- Relaciones interpersonales Persuasión
- Y mientras que recompensa y cohersion son términos comunes en como influenciar, seria de mayor provecho pensar en términos de modificación de comportamientos el cual usa dos consecuencias motivacionales que los lideres necesitan entender: refuerzo positivo y castigo.

Veamos entonces en detalle cada una de las partes de la esfera de Influencia. Analicemos cada una de ellas y reflexionemos y pensemos como estamos utilizando o apalancando cada una de ellas en nuestros diferentes ámbitos profesionales y personales. La grafica muestra las 9 esferas de influencia y luego continúa un detalle sobre cada una de ellas.

Los 9 factores de la Esfera de Influencia



La influencia por autoridad

Autoridad se define como un derecho legitimo a influenciar a la gente basado en la posición que uno tiene dentro de una organización o institución. Funciona mejor en organizaciones grandes y burocráticas y es un mecanismo principal en el liderazgo político. En las explotaciones bovinas con las que trabajamos, esta es la fuente principal de influencia, y muchos propietarios se basan en esta fuente para hacer que el trabajo diario se haga.

La influencia por autoridad es generalmente una relación vertical, un mecanismo vertical de arriba hacia abajo, asociado con obediencia, conformidad y seguimiento de reglas. Generalmente también hay una diferencia de estatus, jerárquico, y posiblemente socio-económico, como ocurre en ganaderías.

Ejemplos de esta autoridad en acción es como cuando la gente sigue las instrucciones de un doctor porque esa persona es experta pero hacemos lo que un policía nos dice porque el oficial representa autoridad. En el hogar, los padres ejercen autoridad sobre sus hijos. Algunas veces las personas que nunca han tenido una posición de autoridad dentro de la empresa tratan de influenciar más con autoridad por posición, que con cualquier otra esfera de influencia.

La influencia por coaching

Coaching (y posiblemente mentoria y enseñanza) ejercen influencia sobre la gente por medio de proveer nuevo conocimiento y nuevas habilidades sobre como influenciar a la gente. Desafortunadamente, los consultores no son coaches, y tampoco la mayoría de ejecutivos. Aparte de esto está la definición que tenemos o distinción que tenemos acerca de lo que es el coaching. Me voy a guiar por la definición de lo que es el coaching a partir de la que está definida y regida por la International Coaching Federation (www.coachfederation.com), que dice: “El coaching es un acompañamiento con clientes en un proceso que provoca pensamiento y reflexión y que es creativo, que inspira a los clientes a maximizar su potencial personal y profesional”. Claro que esta es una forma bastante resumida del impacto que está teniendo hoy en día procesos de coaching en personas, a todos niveles, ejecutivo, gerencial, y personal.

Tradicionalmente, los gerentes y supervisores nunca han asumido la manta del liderazgo requerido para funcionar como un coach–decirle a alguien que hacer y cómo hacerlo no es lo mismo que hacer un proceso en el que ellos mismos utilicen su sabiduría para encontrar el camino. Tampoco lo hacen la mayoría de Gerentes Generales. La mayoría de personas en papeles de líderes toman la ruta más corta, déjame decirte que hacer y cómo hacerlo a mi forma de ver, es como si el personal que lideramos no tuviera intelecto, sabiduría y conocimiento para contribuir a la organización. También podríamos hacer la pregunta desde nuestro papel como médicos veterinarios profesionales, de qué manera estamos ayudando a nuestros clientes, a modo de coaching, a lograr utilizar su propia sabiduría y conocimiento para

tomar las mejores decisiones posibles en sus negocios, y para lograr que nuestro personal en nuestros propios negocios saque lo mejor de sí mismos. A continuación presento el modelo de coaching del Instituto Hudson de Santa Barbara, CA, donde he obtenido mi certificación de coaching profesional.

Modelo de coaching adaptado del libro The Handbook of Coaching, por el Dr. Frederic Hudson.

- Fase Uno: Establezca la relación de coach-cliente.
- Fase Dos: Formule el acuerdo de coaching.
- Fase Tres: Muévase de una orientación "problema" a una orientación "visión".
- Fase Cuatro: Construya un escenario de cambio.
- Fase Cinco: Asista al cliente a manejar la resistencia.
- Fase Seis: Retar, Sondear, Confrontar.
- Fase Siete: Coachear el nuevo escenario mientras que la relación se profundiza.
- Fase Ocho: Concluya la relación formal, empiece el coaching de seguimiento.

Como este modelo existen varios a nivel mundial, lo importante es seguir una metodología similar y que provoque resultados palpables de cambio.

En resumen podría decir que lo que a mí me gusta es preguntarle a la gente lo que les enorgullece. Contrario a lo que uno ve en los CV's, las actividades del trabajo generalmente no hacen sonreír a la gente, excepto cuando están aplicando sus talentos y habilidades, y allí es cuando sonríen. Lo que también hace reír a la gente es el líder quien los guio, les enseño y los coacheo para ser mejores seres humanos.

La influencia por persuasión

La persuasión, por definición es "un método de influencia social; es el proceso de guiar a la gente y uno hacia la adopción de una idea, actitud, o la acción mediante significados racionales y simbólicos (aunque no siempre lógicos). Es una estrategia de resolución de los problemas que confía en "peticiones" más que en la coacción". Robert Cialdini, en su libro sobre la persuasión, definió seis armas de influencia: La reciprocidad (La gente tiende a devolver un favor), El compromiso y la consistencia (Una vez la gente se compromete a llevar a cabo lo que ha decidido que es correcto, oralmente o por escrito, hacen honor a aquel compromiso), La prueba social (La gente hará aquellas cosas que vea que otra gente hace), La autoridad (La gente tenderá a obedecer a figuras de autoridad), El gusto (La gente es convencida fácilmente por otra gente con quien se sienten a gusto), y La escasez (La escasez percibida generará la demanda).

¿Recuerdan la última vez que trataron de convencer a un productor de que cambiara algún procedimiento en su operación? Seguro parte del asunto incluyo un poco de persuasión. Esta ha sido una habilidad clave de muchas personas en ventas a lo largo de la historia. Y vaya que como veterinarios debemos hacer un poco de trabajo de ventas para poder vender nuestros servicios. O, ¿Qué es lo que está comprando el cliente nuestro, productor bovino? En el liderazgo, la persuasión se vuelve útil cuando la autoridad no funciona. De una forma técnica, la persuasión termina con un "estoy de acuerdo" de parte de la otra persona. De una forma u otra con la persuasión estamos presentando un caso a una persona o grupo de personas, tratando de convencerlos de que una idea o un cambio es algo que deberían considerar. Tiene un poco de poder de convencimiento. Lo que se nos presenta tiene sentido y estamos dispuestos a irnos en esa dirección. Pero el estar de acuerdo no quiere decir que la gente va a tomar acción necesariamente. Desafortunadamente, la influencia persuasiva de la gente requiere una buena cantidad de vender experiencia y un buen entendimiento sofisticado de cambio de actitud y pensamiento cognitivo.

La influencia por reafirmación positiva

Existen dos tipos de reafirmación y dos tipos de castigo para influenciar a la gente de acuerdo a la teoría psicológica conocida como el condicionamiento del operario. Algunos se refieren a ella mas como una teoría del aprendizaje, mientras que otros piensan que el condicionamiento del operario es una teoría de motivación. De cualquier manera, su potencial para influencia a la gente está en el hecho de que las consecuencias funcionan en ambos, gente y animales. Pensemos en cuando vemos a una persona haciendo bien su trabajo y llenando las expectativas puestas en ella, y procedemos a decirle que está haciendo bien su trabajo, este es reafirmación positiva. Lo que se busca con esta reafirmación es que las personas usen y continúen usando comportamientos deseados, es decir, que hagan lo que se les pidió. Cuando hemos establecido una nueva rutina, procedimiento o protocolo para alguien, y lo está haciendo tal como lo pedimos, la reafirmación positiva puede influenciar a la persona a seguirlo haciendo igual.
A nivel práctico, la reafirmación negativa presenta problemas éticos entonces los lideres astutos se enfocan en desarrollar influencia a través del uso de reafirmación positiva para aumentar las posibilidades de comportamientos deseados.

La influencia por castigo

Castigo positivo y negativo tienen una definición muy limitante en el condicionamiento del operario. En este caso, la definición se va a ampliar para incluir el uso de una amenaza en el uso del castigo. Uno podría argumentar que el uso de una amenaza en el uso del castigo (escape-evitar) puede reducir comportamientos no deseados tanto como dolor

psicológico en su uso real. Cuantas veces no hemos escuchado de nuestros clientes, o nosotros mismos usar un "si no haces esto, te va a pasar lo otro". Quizá esta esfera traiga sus frutos, pero serán a corto plazo, tal vez resulten en el momento o por pocos días, pero su capacidad de influenciar es de corto plazo. Los líderes que utilizan mucho esta esfera pierden el respeto y admiración de sus seguidores.
El decir que alguien va a usar castigo para cambiar comportamientos no deseados dice algo acerca de la naturaleza humana. Jefes duros e individuos quienes aparecen en la lista de jefes más duros de las revistas *Fortune* usan este tipo como una técnica principal para influir a otros.
Esta esfera para influir es algo que mejor se usa cuando todas las otras formas de liderazgo influyente no funcionan, cuando su uso adecuado está sujeto a estatutos legales y restricciones éticas, para reducir comportamientos no deseados, cuando la situación o persona deben ser corregidas inmediatamente.

La influencia por relaciones interpersonales
Muchos expertos no consideran las relaciones interpersonales una de las esferas de influencia, pero su poder reside en saber cómo desarrollar, mantener y reparar relaciones interpersonales. Pero pensemos por un momento en los negocios que hemos podido realizar, nuestros mejores clientes por ejemplo, que tipo de relaciones tenemos con ellos? O por el otro lado, me imagino podemos pensar en las limitantes que ha tenido el hacer negocios con alguien con quien no tenemos una buena relación. En muchas culturas, como en América Latina y Asia, los lideres de negocios le ponen mucho más énfasis al desarrollo de las relaciones que lo que comúnmente se hace en Estados Unidos por ejemplo. Generalmente, los negocios no comienzan hasta que una relación firme se ha establecido. Y hacer negocios se dificulta cuando esa relación se pone dificultosa.
Asumiendo que los lideres devotan el tiempo y esfuerzo para desarrollar confianza, relación, credibilidad y empatía, ellos tendrán los elementos fundamentales de como influir sobre la gente a través de una reciprocidad. En la base de cada relación que me he encontrado alrededor del mundo, ya sea de negocios, personal etc., existen dos ingredientes clave, la confianza y el respecto. Debemos cultivar la confianza y el respeto con nuestros clientes y desarrollar relaciones interpersonales profundas con ellos, esto servirá como una base fuerte para poder lograr muchas cosas con ellos. De igual manera, esta esfera es necesaria en nuestras propias empresas con nuestros empleados y asociados veterinarios. Si piensa en una relación que al momento está en malas condiciones, piense en que puede hacer usted para empezar a reparar esa relación.

La influencia por ser experto
Como usar el hecho de que uno es experto en algún campo como una forma de influenciar es de una forma una paradoja. Existen expertos con poca influencia así como también algunas personas un poco ignorantes que parecen hablar la palabra.
Expertos son aquella gente que pensamos que tienen información de mucho valor. Frecuentemente ellos son personas quienes saben cómo tomar la decisión correcta o resolver algún duro problema. Claro que ayuda el tener profundidad de conocimiento en algún campo para ser percibido como experto, y esta es una parte importante del éxito que tienen los doctores, abogados y consultores con experiencia.
Vale mencionar que el médico veterinario profesional también entra en esta categoría de profesionales que son percibidos como expertos. No solo son percibidos, pero alrededor del mundo es un hecho que los veterinarios, frente al productor y muchos otros, son expertos en su campo. El reto para el médico veterinario yace en utilizar esta esfera de influencia con sabiduría, mientras que explora también, y desarrolla habilidades en las otras esferas de influencia, pues es allí donde puede lograr más poder de influencia en sus ámbitos profesionales y personales.
Como influenciar con el hecho de ser experto yace parcialmente en la teoría psicológica conocida como la teoría de la atribución. Pero muy frecuentemente, nosotros aceptamos creencias falsas y falsos argumentos como la verdad.

La influencia por visión
Las visiones has inspirado y empujado a personas a obtener grandes logros en este mundo. Un ejemplo claro es la visión de John Kennedy como presidente de EEUU ante el Congreso el 25 de mayo de 1961 propuso como meta llegar con un hombre a la Luna y traerlo de regreso en forma segura antes del término de la década. Y lo logro, pues 8 anos después el 20 de Julio de 1969 se logro esa visión.
Pocos líderes saben cómo influenciar con el uso de visión para motivar a otros y a sí mismos. Aquellos que lo logran alcanzan grandes cosas. Las personas que lo tienen parecen sacarle provecho a una fuerza interna que sigue empujándolos hacia adelante en un camino no importando que tan difícil sea. Una cosa es tener una visión uno en la cabeza de que quiere hacer, lo que quiere lograr en un punto en el futuro, pero no sirve de nada si no logramos hacerlo realidad. Es bueno que cuando se empieza un negocio, pueda hacerse palpable la visión que se quiere alcanzar. Para ello hay procesos de facilitación que ayudan a producir y concretar una visión, la cual debe ser comunicada a la organización. Otra forma de ver la visión es como hablar del objetivo final de la organización. El líder visionario habla de la visión con frecuencia para ayudarle a la gente a entender como el trabajo que hacen día a día encaja en el poder lograr la visión.
El líder visionario también entiende como influenciar a la gente a través del uso de expectativas. El establecer expectativas positivas y negativas ejerce tremenda influencia, pero pocos líderes entienden cómo usarlas de forma adecuada.

La influencia por carisma

Esta esfera de influencia ha sido relacionada con profetas religiosos, grandes oradores, maestros famosos y aquellos quienes son etiquetados con el titulo de líderes transformacionales. El liderazgo carismático es uno de los métodos más poderosos de como influenciar a la gente, pero también uno de los más ilusos. Es difícil de desarrollar, pero vale la pena el esfuerzo. Es una forma muy efectiva de inspirar a la gente a lograr algo que individualmente no podrían hacer. La Madre Teresa de Calcuta, en su forma más sencilla y humilde de ser era una persona con mucho carisma, así como también el Papa Juan Pablo II. Carisma es como una parte de la personalidad de alguien, que en parte nos dice, yo quisiera ser como esa persona algún día, no exactamente como ellos, pero mi propia versión de algo que posee dicha persona. Una de las bases para su influencia yace en un entendimiento de la naturaleza de los mecanismos psicológicos de identificación. Todos los humanos tendemos a identificarnos con individuos y sus causas tienen sentido con las nuestras.

Conclusiones

El médico veterinario de hoy en día debe fungir un papel diferente al que ha fungido en el pasado. Esta autoevaluación de usted mismo, junto con fortalezas, aéreas a desarrollar, comportamientos que "erosionan su efectividad como líder en todos sus ámbitos, empresarial, clientela, personal le ayudaran a liderar mas efectivamente en todos sus ámbitos. El liderazgo de una clínica veterinaria, así como de una consultoría es crítico en los resultados que se crean. El mundo de hoy exige que el veterinario pueda ampliar sus habilidades y perspectivas más allá de la parte técnica de su profesión. Las habilidades de liderazgo, management e influencia deben ser identificadas, así como también saber 1-2 áreas en las que tenemos debilidades y debemos desarrollar para llevar nuestro liderazgo al siguiente nivel.

Referencias:

Buckingham, M. y C. Coffman. 1999. First, Break All the Rules: What the World's Greatest Managers Do Differently. Simon & Schuster. New York, NY.

Cialdini, R. B. (2001). Influence: Science and practice (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Eagan, Gerard (1998). *The Skilled Helper.* San Francisco, CA. Jossie-Bass.

Estrada, J.M. 2010. Keys to Motivating Farm Workers to harvest high quality milk. Proceedings of the National Mastitis Council Annual Conference. Albuquerque, NM. Feb. 1-4.

Estrada, J.M. 2009. Execute swiftly: daily HR management. Proceedings: Midwest Dairy Expo. St. Cloud, MN. Dec 8-9.

Estrada, J.M. 2009. Motivating in this environment. Dairy Herd Management. Sept. 2009. p. 8.

Estrada, J.M. and C.M. Simmonds. 2005. Motivation: "The Dairy Owner's Role in Creating a Place Worth Working For". Tulare Farm Show. Tulare, CA. Feb. 16.

Flaherty, James. (1999). *Coaching: Evoking Excellence in Others*. Butterworth-Heinemann.

Hargrove. Robert. (2000). *The Masterful Coaching Fieldbook: Grow Your Business, Multiply Your Profits, Win the Talent War*. Jossey-Bass.

Hudson, Frederic, (1997). *Personal and Organizational Coaching –a Profession for theTwenty-First Century*. Hudson Institute Press.

Hudson, Frederic. (1999). *The Handbook of Coaching*. Jossey-Bass.

Gilley, Jerry. (1995) *Stop Managing, Start Coaching*! Irwin Publishing.

Gostick, A. and C. Elton. 2009. The Carrot Principle: How the Best Managers Use Recognition to Engage Their People, Retain Talent, and Accelerate Performance. Simon & Schuster. New York, NY.

Lawrence, P.R. and N. Nohria. 2002. Driven: How Human Nature Shapes Our Choices. Jossey-Bass. San Francisco, CA.

O'Neill, Mary Beth (2000), *Executive Coaching with Backbone and heart: A Systems Approach to Engaging Leaders with Their Challenges*. Jossey-Bass.

Patterson, K., J. Grenny, D. Maxfield y R. McMillan. 2007. Influencer: The Power to Change Anything. McGraw-Hill. New York, NY.

Robinson, D., S. Perryman, and S. Hayday (2004). "The Drivers of Employee Engagement". Institute for Employment Studies. http://www.employment-studies.co.uk/summary/summary.php?id=408. Retrieved 2006-11-07.

Whitworth, Laura, et. Al. (1998) *Co-Active Coaching: New Skills for Coaching People Toward Success in Work and Life*. Palo Alto, Ca.: Davies-Black.

Algunos enlaces en el Internet que contienen recursos para su desarrollo:

www.leaders-coaching.com // www.frumi.com // www.coachingacrosscultures.com // www.coachfederation.org
www.executivecoachingforum.com // www.globalcoachingalliance.com // www.linkageinc.com
www.avatar-resources.com // www.workingpurpose.com

APOYANDO A MIS CLIENTES EN SU GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO.

JORGE M. ESTRADA
LEADERSHIP COACHING INTERNATIONAL, INC.

Introducción

Las empresas de producción animal continúan siendo sometidas a cambios fuertes, no solo en tecnología disponible, costos de los insumos y precio por los productos que el mercado ofrece. Todo esta siendo orientado a más altas eficiencias en la producción. En la gestión del recurso humano no es diferente, toda explotación debe evaluar y trabajar en lograr que el recurso humano sea utilizado con las mejores eficiencias posibles. Una persona que no esté realizando algo de manera adecuada puede afectar lo que ocurra todo el día en la explotación bovina. Administrar el rendimiento de cada día es un reto, vigilando las actitudes del empleado, capacitando e ubicando a las personas en el lugar correcto en la organización; todos estos aspectos son parte de la administración del Recurso Humano en los negocios de nuestros clientes. Quizá hasta nosotros nos enfrentamos con dicho reto en nuestros propios negocios.

No todas las organizaciones de producción animal tiene el mismo enfoque en el recurso humano. Muchas veces desde el momento que se contrata a alguien, se ha hecho con mucho más énfasis en su conocimiento técnico sobre la producción dejando por un lado aspectos igual o más importantes con respecto a su actitud, personalidad, ética de trabajo, etc.

Las explotaciones bovinas que obtienen excelentes resultados, son excelentes al ejecutar rápidamente, lo que significa que logran que las cosas importantes se realicen, las cosas que, al final de cuentas, importan. También ejecutan efectiva y eficientemente las practicas que acá mencionaremos. Claro que existen muchos aspectos sobre la gestión de RRHH en las que podríamos apoyar a nuestros clientes, aquí nos enfocamos en aquellos que son los más importantes y en los que el médico veterinario asesor puede lograr mejores resultados.

En el nuevo nivel, usted debe administrar la función de RRHH

Comencemos con aclararle a cualquiera que esté en el negocio de producción animal para alimentos actualmente y que quiera permanecer en el mercado en el futuro, si desea sostenibilidad de su negocio va a tener que manejar, de igual forma, personal en algún momento. Mientras más rápido se dé cuenta de eso, más rápido comenzará con ello y a hacerlo también, o contratará a alguien que lo pueda hacer de forma efectiva para el negocio. Algunas veces el mismo propietario de la explotación cliente es la persona quien presenta la resistencia más grande al manejo del RRHH tal y como debe hacerse para sacar el mejor provecho de los empleados. Muchas veces nuestro trabajo como veterinarios será de exponer al propietario y/o a los líderes en la organización al hecho de que deben llevar su manejo del RRHH al siguiente nivel. Entonces primero que todo nos tenemos que preguntar si esta en nuestro interés, o tal vez en un servicio de valor agregado a nuestro clientes el apoyarles en su gestión del RRHH.

Un proceso de reclutar, seleccionar y traer empleados a bordo

Uno de los papeles más importantes y quizá el objetivo macro mas importante en la administración de RRHH es reclutar, seleccionar, traer a bordo y retener el mayor capital humano de alta calidad posible. Ahora, todos sabemos muy bien que esta no es una tarea fácil, pero es algo que requiere de un plan, un proceso. Seguro todos nosotros como asesores de mucha confianza con el productor se nos encarga que apoyemos a la explotación a buscar candidatos a empleo cuando la organización necesita de alguien. Algunas veces en las áreas rurales donde concentramos nuestras explotaciones bovinas no contamos con un excedente de personal que esté disponible para trabajar en nuestras explotaciones. O aun más difícil es cuando si se cuenta con personal excedente pero la competencia es fuerte con otras industrias que es posible paguen mejores salarios al trabajador. Otro aspecto en nuestra contra es el tipo de trabajo que hay que realizar en explotaciones bovinas. Muchas gentes no aguantan el ritmo y el trabajo físico que está involucrado en las explotaciones de nuestros clientes. Muchos de los problemas y retos que uno encuentra en el manejo de personas pueden solucionarse al realizar un excelente trabajo en el reclutamiento, selección y on-boarding de capital humano.

Actitud 101
En Noviembre pasado tuve la oportunidad de asistir a un seminario con el Gurú de Liderazgo, John Maxwell. El hablaba acerca de la actitud, de ser ese tan importante ingrediente en el trabajo de liderazgo y en los seguidores. Supervisar las actitudes, las de uno y las de otros. Todos sabemos lo que empleados con una buena actitud frente al trabajo traen a la organización. Pero es más difícil calcular el costo de uno o varios empleados con mala actitud, pero sabemos que puede ser alto. La manzana podrida en la canasta con el resto de manzanas puede causar serios problemas en un equipo de trabajo. Como veterinarios consultando con explotaciones bovinas estamos expuestos a varios, sino todos los empleados de cada explotación. Esto puede apoyar al productor desde el punto de vista de darle algunas sugerencias para cómo trabajar con algunos empleados en particular, pero en nuestro trabajo diario también tenemos la oportunidad de observar empleados y trabajar directamente con ellos, y siendo asesores de confianza, hasta poder influenciarlos nosotros mismos y orientarlos en su trabajo y actitudes.

Atraer el ambiente laboral que desea uno de ganadores, espero, para usted y sus empleados debe ser un objetivo importante. Como veterinarios profesionales debemos ayudarle al propietario de la operación a monitorearse a sí mismo, y a monitorear a todos sus empleados. La labor de gestión del RRHH se vuelve aun más difícil cuando el trabajador con mala actitud es un buen trabajador y realiza bien sus tareas.

Cuente con un plan, ejecute en base a ese plan.
Equipos de trabajo que producen buenos resultados tienen un plan, y ejecutan basados en ese plan. Como veterinarios apoyamos a nuestros clientes a establecer procesos, procedimientos y protocolos, en parte para crear consistencia en el trabajo que se hace. Entonces, es muy importante que en una explotación bovina se cuente con un plan diario, semanal, mensual, dependiendo del proceso o protocolo.

Es importante que el plan se mencione como tal a los empleados, como el plan, y que se expliquen los pasos del plan. En EEUU donde muchas explotaciones bovinas tienen propietarios Estadounidenses y Holandeses por ejemplo, y muchos de sus empleados son de origen Latinoamericano, la brecha del lenguaje puede presentar problemas muy grandes de entendimiento. Pero aunque utilicemos el mismo lenguaje para comunicarnos, sabemos que la mala comunicación es uno de los problemas más grandes en cualquier organización alrededor del mundo. Es importante que se explique el plan, se aclaren dudas, y que la gente tenga la oportunidad de ir a ejecutar el plan, teniendo flexibilidad para ajustar el plan conforme sea necesario, por si surgen situaciones no previstas.
Las empresas de nuestros clientes, por ser tan orientadas a trabajos técnicos y llenas de tareas repetitivas, a veces no se toman el tiempo para planificar y hablar del plan como tal, y luego invierten el doble de tiempo corrigiendo cosas en el camino o haciendo grandes ajustes porque no se planifico.

Procesos, procedimientos y protocolos consistentes
Las empresas de producción bovina son el tipo de negocios que necesitan organización, orden, y disciplina en muchos aspectos. Existen muchas áreas de dichas explotaciones que necesitan que se cumplan ciertos procedimientos con un alto grado de exactitud y consistencia; procedimientos que brinden orden para un proceso. El ordeño en una lechería es un ejemplo clásico de esta necesidad de producir consistencia. Igualmente los protocolos establecidos para el uso de medicamentos, tratamientos, etc. necesitan un alto grado de consistencia. Sabemos los resultados positivos que son posibles cuando nuestros clientes mantienen consistencia en los procesos indicados. También sabemos que existe un costo alto a pagar por errores cometidos en los procesos establecidos. Una lechería en el Estado de Idaho en EEUU tuvo una experiencia tuvo que dese

El médico veterinario puede jugar un papel clave con sus clientes para que el RRHH siga procesos, procedimientos, y protocolos consistentemente. El personal debe poder entender qué es lo que se espera de ellos diariamente.

Si está obteniendo variaciones en el procedimiento, las personas no entienden, o no les importan los resultados finales

Entendimiento de que todas las tareas diarias en conjunto, ayudan a logros en un panorama más amplio
La falta de comunicación, o mejor dicho, la falta de entendimiento, como se ha mencionado antes, es uno de los problemas más grandes en empresas hoy en día. El veterinario asesor puede ser de mucho apoyo en este aspecto, pues son un par de ojos y un par de oídos mas para observar lo que está pasando en las organizaciones de nuestros clientes. Como lo hemos dicho también, las empresas de producción animal con las que trabajamos tiene muchas tareas miopicas que realizar, les llamo miopicas porque están muy enfocadas en aspectos técnicos bastante específicos y técnicos respecto a los animales, tales como alimentación, tratamiento de animales enfermos, ordeño. Muchas veces los empleados están tan enfocados en su área específica que pierden de vista como el trabajo que realizan a diario está

conectado con los logros de la empresa a grandes rasgos. Es el trabajo de los lideres a todo nivel en la organización, y del apoyo a nuestros clientes, el ayudar a todo el RRHH a entender como los trabajos que realizan, por muy minuciosos que sean, contribuyen a los logros macro del negocio. Es útil para los empleados saber cómo el trabajo que realizan diariamente se ajusta en el panorama completo, qué es lo que el negocio intenta lograr. Los líderes deben comunicar la mayor parte de esto, con frecuencia, en todos los niveles del negocio. Una parte de esta explicación y entendimiento debe empezar justo cuando se contrata a la persona, para que vaya creando un entendimiento desde temprano en su carrera en la empresa.

Existe toma de decisiones a todo nivel

Algunas veces en las operaciones bovinas con las que trabajamos se tiene el concepto de que solo las personas a nivel gerencial o propietarios toman decisiones. Claro que ellos a su nivel toman decisiones muy importantes, tal como la contratación de insumos como el alimento a un buen precio para la explotación, saber a quién y a qué precio vender los productos de la empresa y planificación a largo plazo. Lo que muchas veces falta en la organización es que todo el RRHH a todo nivel entienda que todos están tomando decisiones cada día, por muy pequeñas que pensemos que son las decisiones. Un ordeñador que detecta una vaca con mastitis, la separa y la marca para que se le de el tratamiento adecuado es una decisión, una que puede haberse tomado muy a tiempo para que la explotación pierda menos dinero que si no se hubiera tomado la decisión o se hubiera tomado tarde. Las personas a nivel de la organización en donde se encuentran, deben estar completamente conscientes, y capacitados, en las decisiones diarias que toman, las acciones que siguen y el impacto de dichas decisiones. El impacto económico sobre todo debe de ser explicado y entendido a todo el personal, para que con el tiempo vayan entendiendo mejor la responsabilidad que tienen en su área.

Confianza y respeto

Todas las relaciones, en cualquier parte en que he estado en este planeta, en el nivel más céntrico se basan en dos principios básicos: confianza y respeto. La investigación en diversas áreas de liderazgo efectivo confirma que cualquier líder que desea obtener seguidores, debe rodearse de confianza, ganarse la confianza de quien lo rodea, dar confianza, y ayudarles a sus líderes más cercanos a crear confianza. Si las personas confían en usted, ellos le seguirán. Un ejemplo de cómo la confianza entra en la jugada, si desea delegar algo, ¿podría delegar, si no confía en alguien? Además, respetar a las personas, por el lugar de donde vienen, su aspecto, sus creencias y sus ideas, servirán de mucho para que a ellos les guste pertenecer al negocio. Estos aspectos son aun más delicados de trabajar pues la confianza y el respeto se va dando, se van creando en la organización. Como asesores debemos ayudar a nuestros clientes a evaluar esta parte de su organización, así como también ir desarrollando culturas que propaguen confianza y respeto.

El papel de la retroalimentación

Uno de los papeles más importantes que los líderes de las organizaciones con las que trabajamos tiene que realizar constantemente es el de dar retroalimentación al RRHH. Todos los empleados, sin importar su nivel en la empresa necesitan saber cómo están haciendo su trabajo. Este papel es el de su jefe inmediato. Como asesores clave para operaciones de producción bovina, podemos apoyar a los líderes en las organizaciones de nuestros clientes para que asuman este papel de una forma práctica. Hoy en día, es de mucho beneficio para nuestros clientes el establecer una cultura en la que las personas sepan constantemente como están haciendo su trabajo. Éste es uno de los ingredientes diarios para el éxito. Ya sea que la persona esté haciendo bien su trabajo, o lo esté haciendo mal y tiene que corregirlo, todos necesitan saber. Los gerentes necesitan ser observadores del trabajo diario lo suficiente como para decirles a las personas cómo están haciendo las cosas, y nosotros podemos influenciar para que este proceso se lleve a cabo.

Sondeos realizados en organizaciones de producción animal revelan que las personas escuchan retroalimentación principalmente cuando las cosas van mal, y casi nunca cuando las cosas van bien. Si lo están haciendo bien, felicítelos. Si no lo están haciendo bien, corríjalos o repréndalos. Casi 50% de las razones citadas por empleados que renuncian en organizaciones se refieren a la mala relación que tenían con su jefe. Una parte muy importante de esta relación con el jefe es el trato del jefe hacia los empleados, y no solo lo que dice (retroalimentación), pero también como le dice que está haciendo su trabajo.

Momentos apropiados para el aprendizaje

Cada día existe una oportunidad para hacer una contribución a alguien en cuanto a desarrollo de RRHH se refiere. Al encontrar los “Momentos apropiados para el aprendizaje” como mi amigo, el Doctor Gordie Jones, diría, debemos aprovecharlos. Siempre existen oportunidades para capacitar a las personas y hacer que se desarrollen; encuentre formas de enseñarles nuevas cosas, las personas siempre aprecian aprender algo nuevo. Como veterinarios asesores de nuestros clientes, esta parte de desarrollo y capacitación de los empleados puede ser una de las áreas en la que contribuyamos fuertemente, pues nosotros mismos tenemos responsabilidad de ensenar a los empleados a entender no solo el “que” hacer, pero también el “porque” de las tareas que realizan.

Trabajo en Equipo

Las lecherías que sobresalen se están enfocando en sus personas todos los días, en las ventajas que se tiene de trabajar como un equipo, colaborando, produciendo resultados juntos. Es muy raro encontrar operaciones de producción bovina en las que el trabajo se tenga que realizar por solo un individuo. Es de mucho beneficio para cada empleado poder apoyarse en otro para lograr tareas a realizar en la empresa. No siempre de cuenta con pensamiento de trabajo en equipo de parte de cada empleado. Algunas veces encontramos trabajadores que tienen muy buena ética de trabajo, asumen sus responsabilidades y producen muy buenos resultados, pero tienden a ser de pensamiento individualista, lo cual puede ser limitante a la hora de producir resultados en equipo. En estos casos la empresa se puede beneficiar de colocar a este empleado en una posición en la que no tengan que interactuar mucho con otros para lograr resultados. De cualquier manera debe haber una expectativa de comunicación para relatar aspectos importantes de una parte a otra de la organización. El trabajo en equipo puede traer mucha satisfacción al RRHH de la empresa. También la gestión del RRHH debe saber reconocer esfuerzos de equipo así como también esfuerzos individuales, y saber distinguir cuando hay que reprimir al equipo vs al individuo.

Desarrollo de una cultura organizacional firme

La cultura de la operación también es otra consideración en la que podemos apoyar a nuestros clientes. La cultura en una empresa puede ser descrita de la siguiente forma: el conjunto de costumbres, formas de liderar, lo que se acepta y no se acepta en las formas en las que el grupo hace cosas. Empresas de producción bovina de vanguardia se esfuerzan en construir culturas organizacionales en que las personas les brindan una mano a los demás, sin hacer preguntas, saben que colaborar todos en conjunto, orientados a una misma meta, puede ser de beneficio para ellos mismos así como para la empresa. Dichas organizaciones también promueven una cultura de alcances y logros, en las que los resultados se miden, y se recompensan.

Piense en el mejor de sus clientes. ¿Como describiría la cultura de esa organización, y que la hace especial? Al igual podríamos preguntarnos acerca de la organización que consideramos nuestro peor cliente, ¿Cómo describiría entonces la cultura de esa organización, y porque es su peor cliente?

Establecimiento de metas y rendición de cuentas

En cuanto a establecimiento de metas se refiere, en mi experiencia hay una gran variabilidad de empresa a empresa pues algunas establecen metas al nivel ejecutivo y algunas manejan sus asuntos más a corto plazo. El otro factor es también lo poco que se da un establecimiento de metas a los niveles medios y bajos en la organización. Cada persona necesita saber diariamente cuáles son sus metas para el día; es decir, al presentarse al trabajo, cada empleado debe saber lo que se espera de el/ella ese día. En empresas de producción animal hay muchas tareas que realizar cada día, el RRHH tiende a ver el trabajo como una serie de tareas, a veces no importando el orden, con tal de que las termine antes de que termine el día, estará bien. Pues los propietarios también tienden a ver el trabajo de esa forma, y raramente se habla de las metas, diarias, semanales, mensuales y anuales. Una forma de ver esto es, si no se para donde voy, cualquier camino me llevara allí, y perdemos recursos, no solo RRHH pero otros recursos, y perdemos eficiencia muchas veces si no se establecen metas claras. Una vez determinado que estamos estableciendo metas, estas metas deben de ser simples de entender, medibles, alcanzables, repetibles, y tienen una limitante de tiempo en el cual las vamos a alcanzar.

Entonces podemos hablar de las responsabilidades del RRHH, las cuales a veces no han sido definidas para las personas exacta y literalmente. En un estudio de más de 2.2 millones de personas en una gran variedad de industrias alrededor del mundo, la organización Gallup encontró que tan solo un 45% de las personas en sus trabajos entienden claramente sus responsabilidades y lo que se espera de ellos a diario. No cabe duda entonces porque nos quejamos en la gestión del RRHH de que no se hace el trabajo como lo deseamos. Una de las funciones clave de los gerentes, y un papel que podemos jugar en la asesoría que damos respecto al RRHH a nuestros clientes es el de organizar el trabajo por funciones especificas y poder describir en detalles las responsabilidades y expectativas que se tienen de la gente. ¿Cómo podemos pedir rendición de cuentas si no nos hemos tomado el tiempo para decirle a la gente con respecto a “que” está rindiendo cuentas?

Dentro del tema de responsabilidades estará el alcanzar las metas establecidas y la rendición de cuentas (accountability). Un tema central del manejo de recursos humanos, y uno con el cual podemos apoyar a nuestros clientes es la forma y procesos con los cuales se rinden cuentas con el RRHH. En las empresas que están manejando el RRHH a un nivel mas profesional, se habla constantemente del tema de “accountability”, y es más, se tiene tal cultura de rendición de cuentas que los empleados mismos toman la iniciativa para rendir cuentas a sus jefes, sin que los jefes lo soliciten. Esto facilita el trabajo del gerente. También es necesario que las personas se hagan responsables por los resultados que están produciendo. Es fácil reconocer la falta de rendición de cuentas en las personas, pues las personas que no están comprometidas a sus responsabilidades presentan excusa tras excusa para cubrir porque no lograron completar sus

tareas, o porque no llegaron a la meta establecida. Como bien lo dijo un empresario cliente en el estado de Texas, "Las razones se convierten en excusas siempre que el empleado deje de buscar soluciones". La expectativa que él tiene es que cuando sus empleados lleguen a él con un problema, que también lleven por lo menos una solución ya pensada para resolver el problema. Este es un giro dramático en el management de esa empresa, pues los gerentes pueden enfocarse en cosas más importantes que andarle resolviendo cada problema a cada empleado.

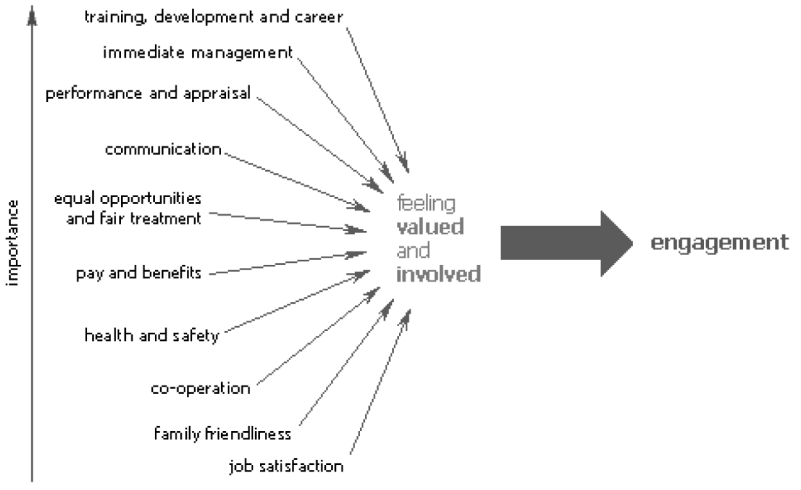
Manejar personas es un trabajo diario, liderar personas puede ser una aventura de mucha satisfacción, si como asesores y también nuestros clientes nos lo proponemos. Las prácticas de la administración de RRHH ayudan a facilitar el trabajo del gerente. ¿En qué áreas de la ejecución diaria de RRHH necesita enfocarse?

Compromiso de los Empleados

Las empresas de mediano y gran tamaño (>1,000 empleados) han venido midiendo, cuando les interesa, el clima organizacional, o la satisfacción de los empleados. Pero puede haber empleados en una empresa felices y satisfechos no haciendo nada. Más recientemente (últimos 5 años) las encuestas han cambiado para medir mas allá de la satisfacción y medir lo que llamamos compromiso. Empleados comprometidos poseen, entre otras cosas, una creencia en la organización, deseo de trabajar para mejorar las cosas, un entendimiento del contexto en el que opera el negocio, son respetuosos, y tienen deseo de ir mas allá de lo que se les pide.

Una encuesta global reciente (2009) hecha por Hewitt & Associates reporta un promedio de compromiso de los empleados en EEUU de 55-60% mientras que en otros continentes llega a 75-80%. El compromiso es importante porque está directamente relacionado con la productividad de los empleados. El compromiso va mas allá de la satisfacción de los empleados, el cual había sido medido hasta hace pocos años como una medida de éxito con los empleados. Empleados comprometidos contribuyen esfuerzo a discreción, van más allá de lo que se les pide, se ausentan menos, y tienen productividad más alta. Empleados comprometidos producen más para la organización, y punto. En el contexto de la producción bovina, ¿Puede la organización (nuestros clientes) comprometer a los empleados a producir lo mejor que puedan? Pero, ¿Qué queremos decir con compromiso? El Instituto para Estudios de Empleo en el Reino Unido analizo datos de una encuesta de actitud hecha en el 2003, de más de 10,000 empleados en 14 organizaciones. En la encuesta, los comportamientos clave demostrados por empleados comprometidos fueron: una creencia y fe en la organización, un deseo de trabajar para mejorar las cosas, un entendimiento del contexto y visión macro en el que opera en negocio, respetuosos con y ayudan a otros empleados, una voluntad de ir un paso mas allá de lo que se les pide, y mantenerse al día y desarrollarse y superarse en su campo.

Pero el compromiso es un asunto de dos vías: organizaciones, y sus líderes a todo nivel, deben de trabajar para lograr el compromiso de sus empleados, quienes ultimadamente tienen la opción de que nivel de compromiso ofrecerle a la empresa. Este tema del compromiso es muy importante porque puede tener un fuerte impacto en la rotación de los empleados, la cual ha sido estimada costarle a las empresas 2-3 veces el salario anual de un empleado. Para una explotación bovina que este teniendo 25-35% de rotación de personal, esto puede tener un impacto negativo muy serio en la operación.



Source: Institute for Employement Studies

Conclusiones:
El mundo de producción animal de hoy en día continuara demandando más y más eficiencia en nuestras empresas, en medio de mucho cambio. Tenemos una gran oportunidad como médicos veterinarios asesorando a nuestros clientes para que gestionen su RRHH para lograr las más altas eficiencias. Los aspectos de la gestión del RHH aquí cubiertas son importantes no solo en el apoyo que les podamos brindar a nuestros clientes, pero se aplican también a nuestros propios negocios. Las empresas que logran el manejo del RRHH a un más alto nivel de efectividad reciben en retorno las ganancias en términos de productividad y compromiso de los empleados, lo que está directamente relacionado al retorno a la inversión y eficiencia financiera y resultados que impactan positivamente a toda la empresa.

Referencias:
Buckingham, M. and C. Coffman. 1999. First, Break All the Rules: What the World's Greatest Managers Do Differently. Simon & Schuster. New York, NY.

Eagan, Gerard (1998). *The Skilled Helper.* San Francisco, CA. Jossie-Bass.

Estrada, J.M. 2010. Keys to Motivating Farm Workers to harvest high quality milk. Proceedings of the National Mastitis Council Annual Conference. Albuquerque, NM. Feb. 1-4.

Estrada, J.M. 2009. Execute swiftly: daily HR management. Proceedings: Midwest Dairy Expo. St. Cloud, MN. Dec 8-9.

Estrada, J.M. 2009. Motivating in this environment. Dairy Herd Management. Sept. 2009. p. 8.

Estrada, J.M. and C.M. Simmonds. 2005. Motivation: "The Dairy Owner's Role in Creating a Place Worth Working For". Tulare Farm Show. Tulare, CA. Feb. 16.

Gostick, A. and C. Elton. 2009. The Carrot Principle: How the Best Managers Use Recognition to Engage Their People, Retain Talent, and Accelerate Performance. Simon & Schuster. New York, NY.

Lawrence, P.R. and N. Nohria. 2002. Driven: How Human Nature Shapes Our Choices. Jossey-Bass. San Francisco, CA.

Robinson, D., S. Perryman, and S. Hayday (2004). "The Drivers of Employee Engagement". Institute for Employment Studies. http://www.employment-studies.co.uk/summary/summary.php?id=408. Retrieved 2006-11-07.

VACAS ANOVULARES: FACTORES DE RIESGO Y ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTO

JOSÉ E.P. SANTOS, RAFAEL S. BISINOTTO, Y EDUARDO S. RIBEIRO
DEPARTMENTO DE CIENCIA ANIMAL, UNIVERSIDAD DE FLORIDA

INTRODUCCION

Todas las vacas recién paridas atraviesan a un período de anovulación, en otras palabras, no presentan períodos ovulatorios regulares de 18 a 24 días. En general, esto ocurre inmediatamente después del parto, pero en algunas vacas, se podrá alargar durante los primeros 2 a 3 meses después del parto. En algunos casos, vacas en mitad de lactación pueden llegar a ser anovulares, tal como las que desarrollan quistes foliculares.

El retraso en la actividad cíclica posparto de las vacas lecheras normalmente provoca una reducción en el rendimiento reproductivo del rebaño porque las vacas en anestro tiene peor expresión del estro, menos preñeces por inseminación **(P / IA),** y un mayor riesgo de pérdida de gestación.

Una de las características de las vacas en anestro es que no están expuestas a concentraciones de progesterona luteal en los días que preceden a la primera IA posparto. Esto parece alterar el desarrollo del folículo ovulatorio, la respuesta del endometrio a las señales que activan la cascada luteolítica dando lugar a la liberación prematura de prostaglandinas endometriales **(PG),** y aumenta la incidencia de fases luteales cortas.

Muchos son los factores de riesgo de retraso en la ciclicidad de las vacas lecheras y, entre ellas está el estado nutricional de la vaca, la condición corporal **(CC),** la paridad, la época de parto, la aparición de enfermedades en el momento del parto, la genética de la vaca y el rebaño de origen. Es importante señalar que dentro de un rebaño o de un grupo genético, el rendimiento de la lactación parece tener poca o ninguna asociación con el riesgo de retraso en la ciclicidad. Aunque la producción de leche se asocia con cambios en el comportamiento en el celo (López et al., 2004), en particular, a una reducción en la actividad estral a medida que aumenta la producción por encima de 35 a 40 kg / d, no hay indicios de que el aumento de la producción de leche reduzca la capacidad de la vaca para ovular.

El tratamiento y estrategias para manejar las vacas en anestro dependen en gran medida de la gestión reproductiva de la granja. En general, el uso de protocolos para la sincronización de la ovulación y de la IA programada, asociados o no a progesterona suplementaria, constituyen las bases para la terapia hormonal.

CLASIFICACIÓN Y ETIOLOGÍA DE LOS PROCESOS ANOVULATORIOS EN LAS VACAS LECHERAS

Una razón obvia para la falta de ovulación es la presencia de progesterona bloqueando el "pico" hipofisario de hormona luteinizante **(LH)**. Esta progesterona puede ser de origen suprarrenal o lútea. Aunque la mayoría de las vacas con cuerpo lúteo persistente **(CL)** son las que se encuentran en gestación y, por tanto, ya no afectan al rendimiento reproductivo del rebaño, todavía hay una pequeña proporción de vacas, 7 a 10%, con CL persistentes. Estas vacas no están preñadas pero sus CL persisten más allá de 25 días después del último celo y ovulación. Este suceso parece ser más común en las vacas que ovulan pronto en el período postparto (Ball e McEwan, 1998). En algunos casos, el fenómeno está asociado a enfermedades uterinas como piometra y a la incapacidad del endometrio de secretar PGF_{2a} de manera pulsátil. Estos casos pueden ser fácilmente resueltos por el uso rutinario de PGF_{2a} exógena para la sincronización del ciclo estral. De hecho, una de las ventajas del uso rutinario de PGF_{2a} entre 30 y 60 días después del parto es la eliminación casi completa de la piometra de los rebaños lecheros, excepto en aquellos que sufren de enfermedades venéreas tales como las infecciones por *Tritrichomonas foetus.*

Wiltbank et al. (2002) caracterizan 3 patrones fisiológicos básicos de desarrollo folículular en las vacas lecheras clasificadas como inactivas. El primero, constituido por vacas con los ovarios "inactivos", que son las que tienen trastornos en el desarrollo del folículo, y se observa un folículo dominante con un diámetro antral inferior al que normalmente se observa en las vacas con un folículo dominante con capacidad ovulatoria. En muchos casos, esto se llama anestro. Es un fenómeno común en las vacas de carne después del parto o en las vacas que sufren una privación dilatada de alimento y emaciación. Se cree que el apoyo insuficiente gonadotrófico, en particular la LH, resulta en un desarrollo folicular de 8 a 14 mm de diámetro en las vacas lecheras. En muchos casos, el diámetro del folículo de mayor tamaño es menor

que el que precede al de dominancia del folículo y al de capacidad ovulatoria en las vacas lecheras (Sartori et al., 2001).

En vacas lecheras, este patrón es más común en las que perdieron cantidades excesivas de grasa corporal y tienen una CC muy baja, especialmente después de períodos de enfermedades posparto. Tal vez el principal factor subyacente es la baja pulsatilidad de LH que compromete el desarrollo del folículo dominante y la adquisición de la capacidad ovulatoria. Estos folículos regresan y sufren atresia. Estas vacas tienen folículos que no son capaces de secretar estradiol suficiente para aumentar la concentracion plasmática necesaria para desencadenar una oleada (pico) de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y LH. Se sugiere que las bajas concentraciones de estradiol folicular bloquean la pulsatilidad de la GnRH y LH, lo cual impide la maduración del folículo dominante. Debido a que estas son vacas que pierden cantidades excesivas de grasa corporal, también pueden experimentar emisiones de progesterona a partir de tejido adiposo, lo que aumenta aún más la retroalimentación negativa sobre la liberación de GnRH y LH.

A medida que el período post-parto progresa, las vacas lecheras pasan de un estatus nutricional negativo a reanudar un balance energético más favorable. En algún momento en las primeras 4 a 8 semanas después del parto, la mayoría de vacas lecheras lactantes han alcanzado un balance de nutrientes y energía positivo y las modificaciones hormonales y metabólicas asociadas a este estatus positivo de energía favorecen la actividad ovárica. Las vacas en un mejor balance de energía tienen una secreción de LH mayor y desarrollan folículos que pueden alcanzar diámetros antrales superiores a 15 mm. Estos folículos se vuelven más estrogénicos, capaces de secretar grandes cantidades de estradiol y capaces de inducir la ovulación (Beam y Butler, 1999; McDougall et al., 1995).

Aunque algunas vacas desarrollan folículos con diámetros compatibles con los de los folículos ovulatorios, muchos pierden su dominancia y regresan. Este segundo grupo de vacas representa el patrón más frecuente de las vacas en anestro (et al Gümen., 2003). Sus folículos alcanzan diámetros de 16 a 20 mm, pero no ovulan. Se sugiere que el desacople del sistema hormona del crecimiento **(HC)** y factor de crecimiento tipo insulina -1 **(IGF-1)** tiene un papel fundamental para restablecer la estrogénesis folicular y el proceso ovulatorio en las vacas lecheras. Las vacas en el comienzo de la lactación tienen altas concentraciones de HC y bajas de IGF-1. A medida que aumenta el consumo de alimento y mejora el balance energético, las concentraciones de insulina en el plasma también aumentan debido al mayor flujo de propionato y a la síntesis de glucosa por el hígado. El aumento de las concentraciones plasmáticas de insulina a medida que mejora el balance de energía parece ser una de las señales para restablecer la población de receptores de HC en el hígado de la vacas (Butler et al., 2003). Este aumento del receptor 1A de la HC en el tejido hepático reacopla el eje HC-FCI-1 provocando incrementos sustanciales en las concentraciones plasmáticas de IGF-1 lo que mejora la capacidad estrogénica de los folículos ováricos (Butler et al., 2004).

El tercer patrón de desarrollo folicular en vacas en anestro es la enfermedad quística ovárica. Estas son vacas que tienen folículos de más de18 mm de diámetro en ausencia de CL, en muchos casos, varios folículos grandes con algunos que pueden alcanzar los 35 mm de diámetro. Se cree que la causa es la falta de retroalimentación (feedback) positiva del estradiol en la oledada (pico) de GnRH / LH. Gümen y Wiltbank (2002; 2005a) demostraron que la exposición al estradiol y a la subsiguiente oleada LH, sin la posterior exposición a la progesterona, origina el desarrollo de quistes foliculares en la gran mayoria de vacas lecheras. Los mismos autores (Gümen y Wiltbank, 2002; 2005a) y otros (Nanda et al., 1991) demostraron que las vacas quísticas no responden al estradiol debido a la refractariedad del hipotálamo. Estas vacas no muestran signos de celo ni pico de LH y ovulación cuando se tratan con estradiol. El mecanismo subyacente es la falta de actividad del receptor de estrógeno en el hipotálamo que puede ser restaurado por la exposición a la progesterona.

DIAGNÓSTICO DE VACAS ANOVULARES

El diagnóstico de las vacas en anestro se establece por la ausencia de un CL en los ovarios de las vacas o también por las bajas concentraciones de progesterona en plasma o suero. Básicamente, el diagnóstico se basa en la falta de actividad luteal. Cuando se utiliza la ecografía, no todos los CL que se visualizan reflejan concentraciones de progesterona compatibles con el diestro (Bicalho et al., 2008). Se sabe que diferentes grupos de vacas tienen distintas características morfológicas en el ovário, como el diámetro de los folículos y del CL. En el caso de vacas lecheras en producción, el diámetro de CL que mejor reflejó concentraciones de progesterona luteal (≥ 1 ng / ml) era igual o superior a 23 mm. Este fue el punto de corte para el diámetro de CL con la mayor sensibilidad y especificidad para progesterona ≥ 1 ng / ml.

Otra opción para el diagnóstico de las vacas en anestro es el uso de mediciones consecutivas de las concentraciones de progesterona en muestras de sangre recogidas con una diferencia de 7 a 14 días. Esto resulta dificil en la práctica veterinaria ya que requiere que sea por técnicas de radioinmunoensayo o de ELISA. Las mediciones de la progesterona para caracterizar vacas en anestro se realiza en contextos de investigación y ha sido la referencia para definir la población de vacas con retraso en la ciclicidad. Para los veterinarios clínicos la ecografía es, probablemente, el método más práctico y preciso para detectar vacas en anestro (McDougall, 2010). Se trata de una prueba in situ con resultado inmediato al concluir el examen, pero también requiere dos exploraciones consecutivas para asegurar que la vaca es realmente anovular. La palpación transrectal no se recomienda debido a su baja sensibilidad y especificidad para

detectar un CL activo (Bicalho et al., 2008; McDougall, 2010). En general, el uso de la palpación transrectal resulta en el diagnóstico erróneo en el 40 al 60% de las vacas. En otras palabras, cada 10 vacas reconocidas cíclicas presentadas para la detección de un CL activo, 6 serán diagnosticados correctamente mientras que 4 serán diagnosticados como que no tienen un CL.

Debido a que hay períodos en el ciclo estral en el que las vacas cíclicas no tienen un CL activo es, por tanto, importante hacer un examen posterior para certificar que la prevalencia de vacas en anestro no está inflada por los animales que puedan estar en proestro, estro o metaestro. Idealmente, para reducir al mínimo el número de vacas en las fases del ciclo con niveles bajos de progesterona o sin un CL visible, el diagnóstico debe hacerse dos veces con una diferencia de 7 a 14 días, de lo contrario, es posible que se sobreestime la prevalencia de vacas en anestro. Una propuesta práctica es realizar una sola ecografía en un momento estratégico del período post-parto, cuando la falta de un CL o actividad lútea predice los resultados posteriores de fertilidad. Como en los rebaños sujetos a sincronización de celo con PGF_{2a} seguido de protocolos para sincronizar la ovulación, en los que el día de la primera GnRH en el protocolo GPG de IA programada es el momento ideal para la detección de las vacas en anestro (Tabla 1). Estas intervenciones pueden ser fácilmente incorporadas en los programas reproductivos en ganado vacuno lechero con rutina de visitas semanales.

Tabla 1. Evaluación de pruebas diagnósticas para la detección de vacas cíclicas por una sola exploración ecográfica (Adaptado de Silva et al., 2007)

	Sensibilidad[1]	Especificidad[2]	VPP[3]	VPN[4]	Precisión[5]
	..... %				
Anéstricas	85.7	87.7	64.7	95.4	87.3
	(150/175)	(586/667)	(150/232)	(585/610)	(735/842)
CL Funcional	94.1	78.8	91.3	84.9	89.5
	(557/592)	(197/250)	(557/610)	(197/232)	(754/842)

[1] Proporción de vacas en anestro correctamente diagnosticado por ultrasonido.
[2] Proporción de vacas cíclicas correctamente diagnosticado por ultrasonido.
[3] Valor Predictivo Positivo = probabilidad de anestro cuando el ultrasonido indicó que la vaca está en anestro.
[4] Valor Predictivo Negativo = probabilidad de que la vaca no es anovular dado que la ecografia indicó que no es anovular.
[5] Proporción de vacas cuya actividad cíclica fue diagnosticado correctamente por la ecografía.

PREVALENCIA DE VACAS ANVOULARES EN LOS REBAÑOS LECHEROS Y FACTORES DE RIESGO

La prevalencia de vacas en anestro en rebaños lecheros depende de una serie de factores. Uno de ellos, quizás el más importante, es el momento posparto en el que se lleva a cabo el diagnóstico. Cuanto más temprano se realice en el posparto, mayor es la prevalencia de vacas en anestro observada. Walsh et al. (2007) evaluaron la prevalencia de vacas en anestro en 18 rebaños lecheros de Canadá utilizando la concentración de progesterona en leche a los 60 días después del parto. Los autores observaron que, dentro de los rebaños, la prevalencia oscila entre el 5 y el 45% (Figura 1). Santos et al. (2009) evaluaron la prevalencia de vacas en anestro a los 65 días en lactación en 4 rebaños lecheros grandes y observaron que de las 6.393 vacas de la muestra, el 24,1% fueron clasificadas como inactivas y, entre los rebaños, la prevalencia varió desde el 18,6 hasta 41,2%.

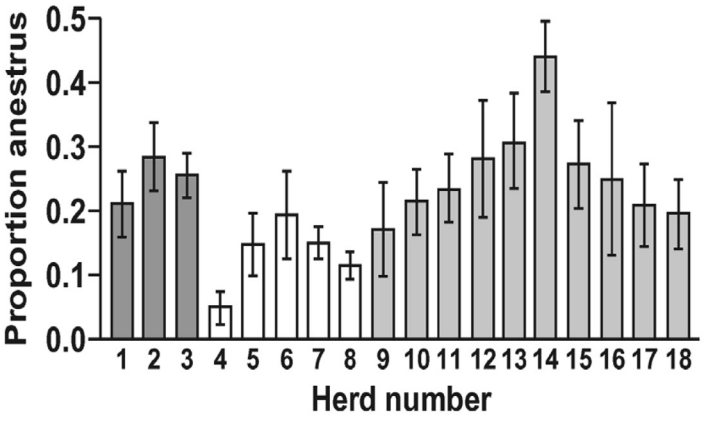


Figura 1. La prevalencia de vacas en anestro en 18 rebaños lecheros de Canadá (Walsh et al. 2007).

Hay varios factores de riesgo de retraso en la ciclicidad en las vacas lecheras después del parto y, entre ellos, se pueden incluir la paridad (las primíparas tienen mayor riesgo que las multíparas), las vacas con baja condición corporal; las vacas que han perdido excesiva CC en las primeras semanas posparto, las vacas paridas en los meses de invierno y las vacas menos productoras del rebaño (Tabla2).

Tabla 2. Factor de riesgo para retraso en la reanudación de la ovulación en vacas lecheras de alta producción a los 65 días después del parto (Santos et al., 2009)

	Cíclicas, % (nº de vacas)	Odds ratio ajustado (CI 95%)[1]	*P*
Rebaño			
1	75.7 (669/884)	Referencia	< 0.0001
2	58.8 (599/1019)	0.55 (0.43 – 0.69)	
3	78.4 (1998/2549)	1.04 (0.83 – 1.23)	
4	81.4 (1591/1944)	1.28 (1.03 – 1.57)	
Paridad			
Multiparas	80.5 (2864/3558)	Referencia	< 0.0001
Primiparas	70.2 (1993/2838)	0.48 (0.42 – 0.55)	
CC[2] al parto			
< 3.00	74.2 (859/1158)	Referencia	0.001
3.00 to 3.50	76.7 (3102/4042)	1.44 (1.19 – 1.75)	
≥ 3.75	75.1 (896/1196)	1.49 (1.11 – 2.00)	
CC 65 d posparto			
< 3.00	70.5 (1946/2761)	Referencia	< 0.0001
3.00 a 3.50	79.1 (2460/3109)	1.39 (1.17 – 1.65)	
≥ 3.75	85.8 (451/526)	2.36 (1.52 – 2.52)	
Cambio CC [2]			
Pérdida ≥ 1 unidad	58.7 (279/475)	Referencia	< 0.0001
Pérdida < 1 unidad	74.6 (2507/3361)	1.96 (1.52 – 2.52)	
Sin Cambio	80.9 (2071/2560)	2.39 (1.74 – 3.28)	
Época de parto			
Verano	84.1 (817/972)	Referencia	< 0.0001
Otoño	82.9 (795/959)	0.83 (0.65 – 1.07)	
Invierno	68.8 (1595/2319)	0.54 (0.44 – 0.67)	
Verano	76.9 (1650/2146)	0.65 (0.53 – 0.80)	
Producción			
Q1, 32.1 kg/d	72.7 (1011/1390)	Referencia	0.002
Q2, 39.1 kg/d	77.6 (1204/1552)	1.34 (1.13 – 1.60)	
Q3, 43.6 kg/d	77.6 (1350/1739)	1.36 (1.15 – 1.62)	
Q4, 50.0 kg/d	75.3 (1292/1715)	1.21 (1.02 – 1.43)	

[1] IC = intervalo de confianza.

[2] CC = Indice de Condición Corporal. Cambio en CC desde el parto hasta 65 días después del parto.

[3] Producción de leche en los primeros 90 días posparto clasificado como un cuarto dentro de la paridad (Qurtile). El valor medio de cada cuarto se muestra en la tabla.

Odds ratio (Oprtunidda relativa) es el cociente entre la probabilidad de que un evento suceda y la probabilidad de que no suceda

En un estudio reciente, se caracterizó la prevalencia de vacas en anestro en un sistema de pastoreo con vacas Holstein (n = 451), Jersey (n = 183) y un cruce de Holstein y Jersey (n = 602) (Ribeiro et al., 2009). La prevalencia fue mayor (P <0,001) para las vacas Holstein (31,7%) que para las Jersey (17,5%) y sus cruces (15,8%). Es probable que en los sistemas de pastoreo, en los que los alimentos pueden tener disponibilidad limitada en comparación con los sistemas de confinamiento, las vacas de mayor tamaño corporal con mayores necesidades de mantenimiento y potencial de producción de leche pueden sufrir una demora prolongada para la primera ovulación posparto.

Walsh et al. (2007) demostraron que las vacas que sufrieron dificultades en el parto, partos gemelares, retención placentaria, desplazamiento de abomaso o cojera en los primeros 66 días posparto tuvieron de un 5 a 130% más

de probabilidades de demorar la ciclicidad. Estos resultados sugieren que la salud de las vacas recién paridas está íntimamente relacionada con su capacidad para reanudar pronto la ciclicidad en el postparto y que las vacas que sufren problemas de salud durante el período periparto verán retrasada su primera ovulación, lo que compromete aún más su rendimiento reproductivo.

IMPACTO DEL RETRASO EN LA CICLICIDAD EN EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS VACAS LECHERAS

Dado que las vacas en anestro no ovulan, se espera que esto también produzca un retraso en el primer celo posparto. Por lo tanto, en los rebaños en los que la reproducción se basa principalmente en la detección de celos para la IA, las vacas anéstricas tendrán un retraso en su primera inseminación posparto. Esto amplía el intervalo parto/gestación y crea una gran variabilidad en cuándo las vacas reciben su primera IA y quedan gestantes. Se sabe que las vacas de alta producción, sobre todo las estabuladas en superficies de cemento, tienen celos de menor actividad y de menor duración (López et al., 2004). Por lo tanto, cuando están anéstricas, estas vacas tienen un gran efecto en el rendimiento reproductivo de los rebaños lecheros que dependen principalmente de la detección de celos.

Cuando los rebaños utilizan protocolos para la sincronización de la ovulación que permiten la inseminación programada, una de las características de las vacas en anestro es que el folículo que ovulan a la IA, procede de la primera onda folicular o es un folículo que se desarrolló en condiciones de baja concentración sistémica de progesterona (Figura 2).

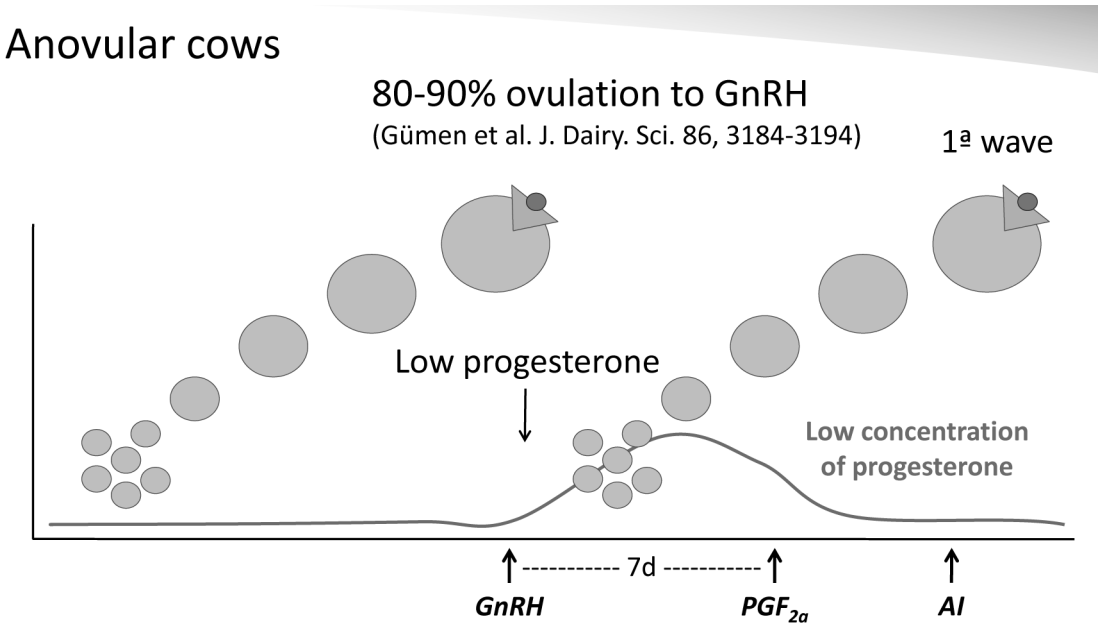


Figura 2. Patrón de desarrollo folicular en vacas anovulares sometidas a protocolos de IA programada como el GPG (Bisinotto et al., 2010).

Estas vacas no sólo no tenían una exposición previa a la progesterona si no que también desarrollaron el folículo ovulatorio en concentraciones bajas ya que normalmente se encuentran en metaestro y diestro temprano cuando se induce la ovulación y se realiza la IA (Bisinotto et al., 2010). El desarrollo del folículo ovulatorio en bajas concentraciones de progesterona influencia la composición del líquido folicular (Cerri et al., 2008a, 2008b), aumenta la capacidad de respuesta del endometrio para la liberación de $PGF_{2a,}$ lo que favorece los ciclos cortos (Cerri et al, 2008a, 2008b), y altera la calidad del embrión (Rivera et al., 2009). Por último, la inseminación de vacas cuyo folículo ovulatorio se desarrolló con concentraciones bajas de progesterona resultan en menos P / IA (Bisinotto et al., 2010).

Es interesante observar que las vacas anovulares tuvieron un P / IA similar a las vacas cíclicas que ovularon un folículo dominante de la primera onda folicular que también se desarrolla en bajas concentraciones de progesterona (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto del estado cíclico y de la concentración de progesterona durante el desarrollo del folículo ovulatorio en la fertilidad de las vacas lecheras (Bisinotto et al., 2010)

	Grupo[1]			
	Anovulares	Cíclica-Bajo	Cíclica-Alto	P
	..... % (no./no.)			
Intervalo IA corto [2]	11.9 (106/891)[b]	15.7 (59/376)[a]	7.1 (154/2165)[c]	< 0.001
Gestante				
Día 30	29.7 (377/1268)[b]	31.3 (171/546)[b]	43.0 (1630/3793)[a]	< 0.001
Día 53	25.1 (318/1265)[c]	28.1 (153/545)[b]	36.9 (1392/3773)[a]	< 0.001
Pérdida Gestación	15.0 (56/374)[a]	10.0 (17/170)[be]	13.5 (218/1610)[d]	0.08

[a, b, c] (P <0,04).

[d, e] (P = 0,06).

[1] Anovular = vacas con concentración plasmática de progesterona <1 ng / ml en dos muestras de sangre consecutivas recogidas con 7 a 14 días de diferencia, la segunda muestra de sangre en el día de la primera GnRH del protocolo de sincronización;
Cíclica-Bajo = vacas cíclicas con progesterona <1 ng / mL en el día de la primera GnRH en el protocolo de sincronización.
Cíclica-Alto = vacas cíclicas en diestro (progesterona ≥ 1 ng / mL) en el día de la primera GnRH en el protocolo de sincronización.

[2] vacas no gestantes que fueron re-inseminadas entre 4 y 17 días después de la inseminación anterior.

En las vacas anovulares no sólo se reducen las P/IA después de la primera IA, si no que también tienen un mayor riesgo de pérdida de la gestación (Santos et al., 2004; McDougall et al., 2005), y menor Tasa de Preñez (Walsh et al.2007). En general, al estar comprometido su rendimiento reproductivo aumenta el riesgo que estas vacas causen baja en el rebaño.

PREVENCIÓN Y ESTRATEGIAS TERAPEUTICAS PARA EL MANEJO DE LAS VACAS ANOVULARES EN LOS REBAÑOS LECHEROS

El manejo las vacas al final de su gestación y en el comienzo de lactación es crucial para reducir al mínimo los factores de riesgo que se asocian con el retraso en la ciclicidad. Los programas para prevención de enfermedades metabólicas al inicio de la lactación, la atención adecuada durante el parto para reducir las distocias y los protocolos para vacas recién paridas que permiten la identificación rápida y el tratamiento de las vacas enfermas son fundamentales para mejorar la reproducción en el ganado vacuno lechero. Con la aplicación de estas medidas se espera reducir al mínimo las pérdidas de peso y de condición corporal que causan las enfermedades en el posparto.

Gong et al. (2002) demostraron que las dietas ricas en almidón, también llamadas dietas glucogénicas, aumentan las concentraciones de insulina en el comienzo de la lactación y aceleran la aparición de la primera ovulación posparto. Sin embargo, se debe tener precaución con el exceso de carbohidratos fermentables ya que es sabido que el propionato es un potente agente hipofágico en los rumiantes (Allen et al., 2009). Cuando se administraron en los primeros 14 días posparto una inyección diaria de 75 UI de insulina de liberación lenta además de 30 g de dextrosa i.v., el intervalo a la primera ovulación no se modificó pero la expresión de estro fue mayor (Tabla 4; Casas et al., 2010). Por lo tanto, es importante que las dietas del comienzo de la lactación favorezcan los altos consumos de energía, principalmente con sustratos que estimulen la gluconeogénesis para aumentar la glucosa y la insulina plasmáticas, pero estas manipulaciones dietéticas no deben hacerse a expensas del apetito y la ingesta, de lo contrario, no se puede maximizar el consumo total de energía de la vaca.

Tabla 4. Insulina de liberación lenta y comportamiento en el celo y ovulación en vacas de leche. (Casas et al., 2010).

	Control	Tratamiento Insulina depot	P
% Celo Visible	52.2 (12/23)	71.4 (20/28)	0.15
Duración, min	481.1+/-154.3	431.9+/-116.8	0.80
Nº Montas			
Media	4.6 +/- 1.4	8.2 +/- 1	0.05
Mediana	4.0	7.0	0.02
Espera Monta, sg.			
Total	8.1 +/- 3.0	17.6 +/- 2.2	0.01
Por Monta	1.7 +/- 0.3	2.3 +/- 0.3	0.14
Días posparto a 1ª IA	29.5 +/- 3.0	23.2 +/- 2.9	0.14
Ovulaciones/Vaca 60 DEL	1.6 +/- 0.2	1.9 +/- 0.2	0.36
Diámetro del 1º foliculo ovulatorio	17.6 +/- 1.1	15.3 +/- 1.0	0.13

Probablemente, el punto más crítico es asegurar que cada vaca tenga acceso y sea capaz de consumir la mayor cantidad posible de la ración así como establecer un programa de prevención y tratamientos para controlar las enefermedades más comunes que afectan a las vacas lecheras en el posparto.

Un método para minimizar el impacto del anestro en la fertilidad de las vacas es retrasar el Período de Espera Voluntario. Cuando se aumenta el intervalo a la primera inseminación, la prevalencia de vacas en anestro se reduce, lo que disminuye su impacto sobre la fertilidad en la primera inseminación. Chebel et al. (2006) demostró que el 30% de las vacas en anestro al día 49 recuperan la ciclicidad a los 62 días posparto. Del mismo modo, López et al. (2005) también observó que el 53,9% de las vacas en anestro posparto en el día 71 habían ovulado a los 100 díasde lactación. Sin embargo, el retraso en la primera IA para minimizar el impacto de las vacas en anestro en la P / IA no necesariamente mejora el comportamiento reproductivo del rebaño. Por lo general, por cada 21 días de demora de la primera IA, el P / IA tendría que aumentar de 8 a 10 unidades porcentuales para compensar el tiempo perdido (Santos et al., 2007). De lo contrario, la estrategia aumentará la P / IA en la primera IA pero será a expensas de sacrificar días abiertos. Además, el retraso en la primera IA requiere un mayor control sobre el programa de reproducción y requiere la aplicación de protocolos de inseminación programada sistemática para evitar que la baja detección de celos, típico de vacas lecheras de alta producción (López et al., 2004), comprometa la eficiencia reproductiva por la reducción de la tasa de preñez.

El tratamiento con 100 mg de GnRH (gonadorelina) induce la ovulación en más del 80% de las vacas anovulares (Galvão et al., 2007; Gümen et al., 2003). Por lo tanto, un método eficaz para inducir la ovulación y la formación de un CL en vacas en anestro es tratarlas simplemente con GnRH. Otra estrategia es suplementar con progesterona. El tratamiento de las vacas en anestro con dispositivos intravaginales que contienen progesterona como el CIDR (liberación interna controlada de progesterona, Pfizer Animal Health, Nueva York, NY), es capaz de inducir la ciclicidad en las vacas en anestro (Gümen y Wiltbank, 2005b). Gümen y Wiltbank (2005b) demostraron que el tratamiento con CIDR durante 3 días indujo la ovulación todas las vacas, a las que se había inducido a desarrollar un folículo quístico. En estudios con cientos de vacas en anestro, el tratamiento con CIDR durante 7 días induce la ciclicidad en 50 a 55% de las vacas tratadas (Cerri et al., 2009; Chebel et al., 2006). Por lo tanto, todavía hay un 45 a 50% de las vacas en anestro que son refractarias a la progesterona y ésta no es capaz de restablecer ciclos ovulatorios normales. También, aunque la inducción de la ovulación resuelve el estado anovular, no resuelve el problema más importante que es obtener una preñez.

Tras el desarrollo de protocolos como el GPG para la sincronización de la ovulación y para la IA programada, la utilización de dichos programas para el tratamiento de vacas en anestro es una opción muy atractiva ya que inducen la ovulación en la mayoría de estas vacas (Galvão et al., 2007; Gümen et al., 2003), al mismo tiempo que permiten su inseminación con una P / IA razonable.

DeVries et al. (2006) señalan que el uso de GPG y la AI programada resulta más rentable económicamente que el uso de solo CIDR con observación de celos, para el tratamiento de las vacas anéstricas. Más recientemente, McDougall (2010) también concluyó que el uso de la inseminación programada, en este caso el programa GPG combinado con un CIDR, resultó el tratamiento más rentable para las vacas en anestro.

Una de esas estrategias para el tratamiento de vacas en anestro es la combinación de protocolos de inseminación sistemática con progesterona suplementaria. Seis ensayos evaluaron la eficacia de la progesterona suplementaria en los protocolos de IA programada en vacas anovulares (Cuadro 5). En sólo dos de ellos se incrementó estadisticamente la P / IA (Stevenson et al., 2008). Después de recopilar todos estos datos, la mejora global de P / IA de las vacas en anestro con inseminación programada y suplementada con progesterona fue de 4,9 unidades porcentuales (32,3 vs 27,4%).

Tabla 5. Efecto del CIDR en protocolos de AI programada en la P/AI de vacas anovulares

	Tratamiento		
	Control	1 CIDR	2 CIDR
		..... % (no./no.)	
Chebel et al. (2010)	27.2 (60/221)	31.4 (70/223)	—
El-Zarkouny et al. (2004)	20.0 (5/25)	55.6 (15/27)	—
Galvão et al. (2004)	32.8 (20/61)	25.0 (13/52)	—
Lima et al. (2009)	27.6 (24/87)	29.5 (23/78)	36.5 (31/85)
Stevenson et al. (2006)	30.3 (29/96)	33.5 (30/88)	—
Stevenson et al. (2008)	24.1[a] (28/116)	32.3[b] (50/155)	—
Media Total	27.4 (166/606)	32.3 (201/623)	—

[a, b] P <0,05

Otra estrategia es el uso de métodos para pre sincronizar el ciclo estral que también inducen la ovulación. Estos programas suponen tratamientos hormonales adicionales, pero la expectativa es que una mayor proporción de vacas estrán cíclicas y en diestro en el comienzo del protocolo de IA programada.

Chebel et al. (2006) incorporó un CIDR durante la pre sincronización del ciclo estral. El programa GPG se inició 13 días después de la retirada del CIDR. Los autores concluyeron que aunque el uso de CIDR aumentó la proporción de vacas cíclicas al inicio del protocolo de IA programada, no fue suficiente para mejorar la fertilidad en la primera IA. Resultados similares fueron observados por Bicalho et al. (2007).

Una segunda opción es inducir la ovulación con GnRH antes de iniciar el programa Ovsynch. Se espera que una inyección de GnRH induzca la ovulación y pre sincronice el ciclo estral de tal forma que las vacas inicien el protocolo GPG en diestro (Bello et al., 2006). En el Cuadro 6 se presenta un resumen de la literatura publicada en la que los investigadores han manipulado el programa de pre sincronización antes del GPG y evaluado la P / IA después de la primera inseminación posparto. Los beneficios para la fertilidad eran, en general, de pequeña magnitud. El uso de PGF_{2a} seguida de GnRH, con el inicio del GPG 6 o 7 días más tarde (G6G) no fue superior al uso de la PGF_{2a} sola (Galvão et al., 2007; Ribeiro et al., 2009). De hecho, aun cuando se comparó la combinación de PGF2a-GnRH para la pre sincronización con la no pre sincronización, el beneficio de la fertilidad fue limitado (Bello et al., 2006; Peters y Pursley et al., 2002).

Un sistema potencialmente más prometedor es el uso del protocolo "doble GPG" (2GPG); las vacas son tratadas con dos protocolos GPG consecutivos y la inseminación se realiza al final del segundo protocolo. Souza et al. (2008) observó que esta estrategia mejora la fertilidad de las vacas lecheras de primer parto en comparación con la pre sincronización basada en 2 dosis de $PGF_{2a.}$ En un experimento reciente, Ribeiro et al.(2010) compararon una estrategia similar en 1.754 vacas en producción en tres rebaños en pastoreo y suplemento de concentrados. No se encontraron diferencias globales de fecundidad entre las vacas tratadas con "doble GPG"y las vacas pre sincronizadas con 2 dosis de PGF_{2a} sola (Tabla 6). Cuando se dividieron las respuestas de acuerdo al estado de cicliicdad, las clasificadas como cíclicas (1.495 vacas) tenia una P / IA de 60,1 cuando reciben el doble GPG y de 63,2% con 2 dosis de PGF_{2a} sola, de las 258 vacas anovulares, la P / IA fueron 38,2 y 34,7%, para el doble GPG y para 2 dosis de PGF_{2a} sola, respectivamente.

Tabla 6. Efecto de los métodos de pre sincronización en P/AI en la Inseminación programada de las vacas lecheras.

	Metodo			
	Control	PGF	PGF-GnRH	Doble GPG
Bello et al. (2006)	27.0[d] (7/26)	—	50.0[c] (13/26)	—
Peters and Pursley (2002)	38.3 (80/209)	—	41.5 (90/218)	—
Galvão et al. (2007)	—	40.5 (166/410)	39.8 (156/392)	—
Ribeiro et al. (2009)	—	45.1 (285/632)	43.3 (269/622)	—
Ribeiro et al. (2010)	—	59.0 (514/871)	—	56.8 (501/882)
Souza et al. (2008)	—	41.7[b] (75/180)	—	49.7[a] (78/157)

[a,b] $P < 0,05$
[c,d] $P < 0,10$

REFERENCIAS

Allen, M.S., B.J. Bradford, and M. Oba. 2009. Board invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. J. Anim. Sci. 87:3317-3334.

Ball, P.J.H., and E.E.A. McEwan. 1998. The incidence of prolonged luteal function following early resumption of ovarian activity in postpartum dairy cows. Proc Brit Soc Anim Sci. 187 abstr.

Beam, S.W., and W.R. Butler. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. J. Reprod. Fertil. 54(Suppl):411-424.

Bello, N.M., J.P. Steibel, and J.R. Pursley. 2006. Optimizing ovulation to first GnRH improved outcomes to each hormonal injection of Ovsynch in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 89:3413-3424.

Bicalho, R.C., K.N. Galvão, C.L. Guard, and J.E.P. Santos. 2008. Optimizing the accuracy of detecting a functional corpus luteum in dairy cows. Theriogenology 70: 199–207.

Bicalho, R.C., S.H. Cheong, L.D. Warnick, and C.L. Guard. 2007. Evaluation of progesterone supplementation in a prostaglandin F2α-based presynchronization protocol before timed insemination J. Dairy Sci. 90:1193-1200.

Bisinotto, R.S., R.C. Chebel, and J.E.P. Santos. 2010. Follicular wave of the ovulatory follicle and not cyclic status influences fertility of dairy cows. J. Dairy Sci. In press. (Accepted on March 8, 2010).

Butler, S.T., A.L. Marr, S.H. Pelton, R.P. Radcliff, M.C. Lucy, W.R. Butler. 2003. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. J. Endocrinol. 176:205-217.

Butler, S.T., S.H. Pelton, W.R. Butler. 2004. Insulin increases 17 beta-estradiol production by the dominant follicle of the first postpartum follicle wave in dairy cows. Reproduction 127:537-545.

Casas, J.A., M.F. Sá Filho, M.C. Lucy, and J.E.P. Santos. 2010. Impact of insulin on metabolism and ovarian activity in early lactation dairy cows. J. Dairy Sci. (submitted).

Cerri, R.L.A., H.M. Rutigliano, R.G.S. Bruno, and J.E.P. Santos. 2009. Progesterone concentration, follicular development and induction of cyclicity in dairy cows receiving intravaginal progesterone inserts. Anim. Reprod. Sci. 110:56-70.

Cerri, R.L.A., F. Rivera, C.D. Narciso, R.A. Oliveira, R.C. Chebel, M.A. Amstalden, W.W. Thatcher, and J.E.P. Santos. 2008a. Progesterone concentration during follicular development affects follicular fluid composition and uterine release of PGF2a in dairy cows. J. Dairy Sci. 91(E-Suppl. 1): 245 (Abstr.).

Cerri, R.L.A., R.C. Chebel, F. Rivera, C.D. Narciso, R.A. Oliveira, and J.E.P. Santos. 2008b.e Effect of progesterone concentration during follicular development on fertilization and embryo quality in dairy cows. J. Dairy Sci. 91(E-Suppl. 1): 463 (Abstr.).

Chebel, R.C., M.J. Al-Hassan, P.M. Fricke, J.E.P. Santos, J.R. Lima, J.S. Stevenson, R. Garcia, R.L. Ax, and F. Moreira. 2010. Supplementation of progesterone via CIDR inserts during ovulation synchronization protocols in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. Sci. 93:922–931.

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. J. Dairy Sci. 89:4205-4219.

De Vries, A., M.B. Crane, J.A. Bartolome, P. Melendez, C.A. Risco, and L.F. Archbald. 2006. Economic comparison of timed artificial insemination and exogenous progesterone as treatments for ovarian cysts. J. Dairy Sci. 89:3028-3037.

El-Zarkouny, S.Z., J.A. Cartmill, B.A. Hensley, and J.S. Stevenson. 2004. Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. J. Dairy Sci. 87: 1024-1037.

Galvão, K.N., M.F. Sá Filho, and J.E.P. Santos. 2007. Reducing the interval from presynchronization to initiation of timed artificial insemination improves fertility in dairy cows. J. Dairy Sci. 90:4212–4218

Galvão, K.N., J.E.P. Santos, S.O. Juchem R.L.A. Cerri, A.C. Coscioni, and M. Villasenor. 2004. Effect of addition of a progesterone intravaginal insert to a timed insemination protocol using estradiol cypionate on ovulation rate, pregnancy rate, and late embryonic loss in lactating dairy cows. J. Anim. Sci. 82:3508-3517.

Gong, J.G., W.J. Lee, P.C. Garnsworthy, and R. Webb. 2002. Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. Reproduction 123: 419-427.

Gümen, A., and M.C. Wiltbank. 2002. An alteration in the hypothalamic action of estradiol due to lack of progesterone exposure can cause follicular cysts in cattle. Biol. Reprod. 66:1689-1695.

Gümen, A., J.N. Guenther, and M.C. Wiltbank. 2003. Follicular size and response to Ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86:3184-3194.

Gümen, A., and M.C. Wiltbank. 2005a. Follicular cysts occur after a normal estradiol-induced GnRH/LH surge if the corpus hemorrhagicum is removed. Reproduction. 129:737-745.

Gümen, A., and M.C. Wiltbank. 2005b. Length of progesterone exposure needed to resolve large follicle anovular condition in dairy cows. Theriogenology 63: 202–218.

Hancock, J.L. 1993. The clinical analysis of reproductive failure in cattle. Vet. Rec. 60:513-517.

Lima, J.R., F.A. Rivera, C.D. Narciso, R. Oliveira, R.C. Chebel, J.E.P. Santos. 2009. Effect of increasing amounts of supplemental progesterone in a timed AI protocol on fertility of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. J. Dairy Sci. 92:5436–5446.

Lopez, H., L.D. Satter, and M.C. Wiltbank. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 81:209-223.

Lopez, H., D.Z. Caraviello, L.D. Satter, P.M. Fricke, and M.C. Wiltbank. 2005. Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 88:2783-2793.

McDougall, S. 2010. Comparison of diagnostic approaches, and a cost-benefi t analysis of different diagnostic approaches and treatments of anoestrous dairy cows. N. Z. Vet. J. 58: 81-89.

McDougall S, F.M. Rhodes, and G.Verkerk. 2005. Pregnancy loss in dairy cattle in the Waikato region of New Zealand. N. Z. Vet. J. 53:279-287.

McDougall, S., C.R. Burke, K.L. MacMillan, and N.B. Williamson. 1995. Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. Res. Vet. Sci. 58:212-216.

Nanda, A.S., W.R. Ward, and H. Dobson. 1991. Lack of LH response to oestradiol treatment in cows with cystic ovarian disease and effect of progesterone treatment or manual rupture. Res. Vet. Sci. 51:180-184.

Peters M. W., and J. R. Pursley. 2002. Fertility of lactating dairy cows treated with Ovsynch after presynchronization injections of PGF2α and GnRH. J. Dairy Sci. 85:2403-2406.

Ribeiro, E.S., R.L.A. Cerri, R.S. Bisinotto, F.S. Lima, F.T. Silvestre, W.W. Thatcher, and J.E.P. Santos. 2009. Reproductive performance of grazing dairy cows following presynchronization and resynchronization protocols. J. Dairy Sci. 92 (E-Suppl. 1): 266 (Abstr.).

Santos, J.E.P. 2007. Optimization tips and alternatives for timed insemination at first service. In Proc. 2nd Convention Dairy Cattle Reproduction Council, November 2-3, 2007, Denver, CO, pp. 23-35.

Santos, J.E.P., Thatcher, W.W., Chebel, R.C., Cerri, R.L.A., Galvão, K.N., 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrous synchronization programs. Anim. Reprod. Sci. 82-83, 513-535.

Santos, J.E.P., H.M. Rutigliano and M.F. Sá Filho. 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. Anim. Reprod. Sci.110:207-221.

Sartori R, P.M. Fricke, J.C. Ferreira, O.J. Ginther, and M.C. Wiltbank. 2001. Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. Biol. Reprod. 65:1403-1409.

Silva, E., R.A. Sterry, and P.M. Fricke. 2007. Assessment of a practical method for identifying anovular dairy cows synchronized for first postpartum timed artificial insemination. J. Dairy Sci. 90: 3255-3262.

Souza, A.H., H. Ayres, R.M. Ferreira, M.C. Wiltbank. 2008. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. Theriogenology 70:208–215.

Stevenson, J.S., D.E. Tenhouse, R.L. Krisher, G.C. Lamb, J.E. Larson, C.R. Dahlen, J.R. Pursley, N.M. Bello, P.M. Fricke, M.C. Wiltbank, D.J. Brusveen, M. Burkhart, R.S. Youngquist, and H.A. Garverick. 2008. Detection of anovulation by heatmount detectors and transrectal ultrasonography before treatment with progesterone in a timed insemination protocol. J Dairy Sci. 91:2901-2915.

Stevenson, J.S., J.R. Pursley, H.A. Garverick, P.M. Fricke, D.J. Kesler, J.S. Ottobre, and M.C. Wiltbank. 2006. Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. J. Dairy Sci. 89:2567-2578.

Walsh, R.B., D.F. Kelton, T.F. Duffield, K.E. Leslie, J.S. Walton, and S.J. LeBlanc. 2007. Prevalence and risk factors for postpartum anovulatory condition in dairy cows. J. Dairy Sci. 90: 315-324

Wiltbank, M.C., A. Gümen, and R. Sartori. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. Theriogenology 57:21-52.

HERRAMIENTAS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS CONDICION DE PEZONES

LM JIMENEZ[1], GA MEIN[2]
[1] Servet Talavera SL, Talavera de la Reina, España
[2] Werribee, Victoria, Australia

La hiperqueratosis (HQ) de la punta del pezón es un engrosamiento de la piel alrededor del orificio exterior del pezón y de la zona interna contigua del canal del pezón. Estudios histológicos confirman que la HQ es una hiperplasia del *stratum corneum* de la piel (Neijenhuis et al. 2001). El crecimiento excesivo de queratina es la solución fisiológica normal como respuesta a las fuerzas aplicadas en el extremo del pezón, por la máquina de ordeño durante los ordeños o bien por la mano del ordeñador o por el propio ternero.

La importancia de la HQ o mala condición de pezones se debe a que incrementa el riesgo de una invasión bacteriana pues se favorece la entrada a través del canal del pezón de patógenos mamarios y consecuentemente se incrementa el riesgo de contraer una mastitis. La CP por tanto debe ser evaluada en las explotaciones lecheras de forma rutinaria. El chequeo debe permitir determinar cuál es el status de la granja siempre teniendo como referencia la siguiente clasificación: Score1= sin anillo, Score2= anillo liso, Score3= anillo rugoso y Score4= anillo muy rugoso

La HQ puede estar influenciada por la climatología, las condiciones medioambientales, la rutina de ordeño, el nivel de producción del animal y por características genéticas (Ohnstad et al. 2003). La prevalencia de HQ de la punta del pezón es mayor en etapas tempranas de la lactación (Woolford and Philips, 1978), en los animales más viejos y también en los de mayor producción de leche. La HK es superior en vacas que de forma rutinaria son sometidas a un sobreordeño y más frecuente en rebaños con sistemas de ordeño mecanizados.

G.A Mein, es quien junto con sus colaboradores señalan la sobrepresión (SP) como una posible causa de HQ y explican los efectos de las pezoneras sobre la condición de pezones (Mein et al. 2003). El concepto de la SP se define como la fuerza de compresión por encima de la necesaria para provocar el cese del flujo de leche. Esta fuerza forma parte la compresión de la pezonera y es aplicada sobre los tejidos del pezón durante la fase de masaje, más concretamente durante la fase "d" (Mein & Reinemann, 2009). La SP depende del vacío en el colector (VC), del pezón y de las características de la pezonera.

A partir del 2003 algunos veterinarios en España implementaron la evaluación de la máquina de ordeño incorporando al testaje dinámico que ya se venía realizando una nueva herramienta en su rutina de trabajo, la Sobrepresión. La evaluación dinámica se realiza siempre durante el ordeño, se chequea el VC, la pulsación (frecuencia y relación), vacio de trabajo (vacío en la unidad final) y la SP. Esta práctica supuso un gran cambio dentro del Control de la Mastitis y la Mejora de la Calidad de la Leche ya que en los años 90 la evaluación de la máquina de ordeño se limitaba a la realización de pruebas estáticas: reserva real, reserva manual, capacidad de la bomba de vacío, testaje de los pulsadores entre otros. Y por supuesto otra herramienta que incorporó fue la evaluación de la Condición de los Pezones (CP), que en definitiva es el reflejo de lo que está ocurriendo a nivel del pezón.

En base a estos conceptos y teniendo también en cuenta otros parámetros, como rutina de ordeño, flujos de leche (máximo y medio), etc. y siempre con el objetivo de mejorar el status sanitario en cuanto a calidad de leche de las explotaciones, se proponen cambios que tienen como finalidad mejorar la condición de pezones y consecuentemente el porcentaje de mastitis clínica e infecciones subclínicas de la explotación. El objetivo es tener siempre una condición de pezones con un nivel de anillos rugosos y muy rugosos inferior al 20% de las vacas y trabajar siempre valores de sobrepresión entre 8 y 14 kPa.

A continuación presentamos dos casos donde basándonos en estos conocimientos logramos mejorar los parámetros de Calidad de Leche y salud de la ubre y por tanto la rentabilidad de la explotación.

La primera explotación tiene 320 vacas en ordeño alojadas en naves con cubículos. La situación de partida es la siguiente: recuento de células somáticas a nivel de tanque 250000 cel. /ml, una tasa de mastitis clínica del 4%, una tasa de Infecciones subclínicas del 26% y una condición de punta de pezones (TCE) del 30% (vacas con punta de pezones con score 3 & 4). La sala de ordeño es una paralelo DeLaval 14x2 que cumple las normas UNE relativas al ordeño. El vacío

en el colector estaba en 39 kPa y una relación de pulsación de 65:35. Las pezoneras que se usaban eran de caucho, modelo DeLaval 999 007 03 y la sobrepresión era de 15 kPa. Para poder obtener el valor de la sobrepresión es necesario disponer de un vacuómetro y de una pequeña bomba de presión manual. Las mediciones siempre debe ser realizadas durante el ordeño, durante el primer minuto una vez colocadas las unidades de ordeño y son necesarias al menos 10 mediciones para poder determinar un valor promedio.

Con el objeto de mejorar esta situación se realizan distintos cambios: El vacio en el colector se corrige hasta conseguir un nivel de 36 kPa; se sustituye la pezonera por la DeLaval 964 008 01 que se diferencia por tener un diámetro de la embocadura más grande (22 vs 20 mm), un tubo corto de leche más corto (147,5 vs 157 mm) y una menor fuerza de colapso (12,7 vs 13,6 kPa). Los resultados de estos cambios figuran en la Tabla 1.

Tabla 1. Efectos de los cambios efectuados en la Granja 1

Parámetro	**Antes de los cambios**	**Después de los cambios**
Sobrepresión (SP)	15 kPa	11,1 kPa
% de vacas con score CP 3&4	30%	12,4%
BMSCC	250 x10^3cel/ml	191x10^3 cel/ml
Tasa de Mastitis Clínica Mensual	4%	1,4%
Tasa de Infecciones Subclínicas	26%	21%

Origen: Servet Talavera SL

La segunda granja se encuentra en Portugal y ordeñan 350 vacas 3 veces al día en una sala paralelo Boumatic 16x2. Inicialmente encontramos una pésima CP, pues el 40% de los animales presentaba un score de CP de 3 o 4 y una prevalencia de mastitis subclínicas del 30%. En el chequeo de la máquina de ordeño se observó una relación de pulsación de 60:40, un VC de 39 kPa. La pezonera era un modelo de Boumatic DK1X con sobrepresión a este VC de 18,9 kPa.

Las correcciones efectuadas incluyeron una reducción del nivel de vacío y un cambio de la pezonera. Se incorpora una pezonera (Boumatic RE1X) también de caucho que se diferencia de la anterior por tener un menor diámetro de la embocadura (20,4 vs 23 mm), un diámetro del barril mayor (25,8 vs 22,2 mm) y una sobrepresión de 13,8 KPa al vacio de trabajo establecido. Como consecuencia de estos cambios se consiguieron los objetivos de reducción de la tasa de mastitis subclínicas y mejora de las niveles de células somáticas a nivel de tanque. Ver Tabla 2

Tabla 2. Efectos de los cambios efectuados en la Granja 2

Parámetro	**Antés de los cambios**	**Después de los cambios**
Pezonera	DK1X	R1EX
Vacio en el colector (VC)	39 kPa	37,5 kPa
Sobrepresión (SP)	18,9 kPa	13,8 kPa
% de vacas con score CP 3&4	40%	7,1%
BMSCC	310 x10^3cel/ml	201x10^3 cel/ml
Tasa de Mastitis Clínica Mensual	1,5%	1,5%
Tasa de Infecciones Subclínicas	30%	21%

Origen: Servet Talavera SL

Como conclusión podemos decir que entre las razones de una pobre CP se encuentran:

- El sobreordeño; por inadecuado ajuste de los retiradotes automáticos (ACR)
- Alto vacío a nivel del colector.
- Características del pezón (longitud, diámetro...)
- Propiedades inherentes a las pezoneras.

La condición de los pezones refleja por tanto la interacción entre el vacio y la pezonera a nivel de punta de pezón. Y la sobrepresión es una excelente herramienta que ayuda a resolver problemas de CP, por encima de 14 kPa de SP, las puntas de pezón comienzan a deteriorarse (más de un 20% de las vacas con puntas de pezón con score 3&4) y frecuentemente se observa durante el ordeño un cambio en el comportamiento de los animales (aumenta el malestar, incremento de las patadas, inquietud...). Llegado a este punto debemos considerar:

- Bajar el nivel de vacío en colector (VC). Muchas granjas tienen un correcto ordeño con CV que se mantienen entre 36-37,5 kPa, dependiendo de la pezonera.
- Cambiar la pezonera o incluso la unidad de ordeño para poder lograr una SP en torno a los 8-14 kPa

Cuando los problemas se corrigen puede observarse un cambio a nivel de punta de pezón que describimos con "anillos de cicatrización ", caracterizado por un tejido más suave y blanquecino.

Referencias

Mein GA., Williams DM., Thiel CC. Compressive load applied by the teatcup liner to the bovine teat. J. Dairy Res. 54:327-337. 1987.

Mein GA., Williams DM., Reinemann DJ. Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. Proc. 42nd Annual Meeting of National Mastitis Council. Fort Worth, Texas, USA. Pp 114-127. 2003.

Mein, GA., Reinemann DJ. Liner Compression applied to the bovine teat during the 'rest-phase' of the pulsation cycle: everything you always wanted to know – and much more. Milking Research and Instruction Laboratory, UW-Madison website (www.uwex.edu/uwmril), 2009.

Neijenhuis F., Mein GA, Britt JS. et al. Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: Relationship between teat-end callosity or hyperkeratosis and mastitis. Proc. AABP-NMC International Symposium on Mastitis and Milk Quality, Vancouver, BC, Canada, pp 362-366. 2001.

Ohnstad I., Mein GA, Neijenhuis F. et al. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: Assessing the scale of teat-end problems and their likely causes. Proc. 42nd Annual Meeting of the National Mastitis Council, Fort Worth, Texas, USA. Pp 128-135. 2003.

Woolford MW, DSM. Phillips. Evaluation studies of a milking system using an alternating vacuum level in a single-chambered teatcup. Proc International Symposium on Machine Milking, 17th Annual Meeting of the National Mastitis Council, Louisville, Kentucky, USA. pp 125-149. 1978.

MANEJO DE LA NUTRICIÓN DE LAS VACAS LECHERAS DURANTE LOS PERIODOS SECO Y DE TRANSICIÓN

JAMES K. DRACKLEY, PH.D.
DEPARTMENTO DE CIENCIAS ANIMALES
UNIVERSIDAD DE ILLINOIS EN URBANA-CHAMPAIGN, USA
e-mail: drackley@illinois.edu

INTRODUCCIÓN

Demasiadas explotaciones lecheras continúan luchando con una alta incidencia de problemas metabólicos y de enfermedades infecciosas alrededor del parto. Lo problemas de salud en la transición tienen un impacto enorme en la rentabilidad por el incremento de los gastos veterinarios, la disminución de la producción, del rendimiento reproductivo, los descartes prematuros y las muertes. El período de transición ha sido campo de atención y objeto de intensa investigación, sin embargo las estrategias de manejo para minimizar los problemas de salud manteniendo las altas producciones continúan siendo objeto de fuertes debates. Aunque no sea el centro de este articulo, aspectos de manejo como el hacinamiento, el espacio de comedero, la comodidad y los cambios de lote emergen como los factores más importantes que determinan el éxito en la transición (Cook y Nordlund, 2004; Cook, 2007).

Los problemas y enfermedades alrededor parto están fuertemente relacionados con el balance energético negativo tras el parto. Durante los últimos 15-20 años se ha puesto mucho énfasis en aumentar la ingestión de energía en el periodo próximo o de pre parto en un intento de mejorar el balance energético. Este enfoque fue diseñado basándose en investigaciones que demostraban ventajas en la adaptación de la población microbiana del rumen y de las papilas ruminales a las dietas ricas en nutrientes después del parto, una menor movilización de grasa corporal y menor deposición grasa en el hígado así como el mantenimiento de las concentraciones de calcio en sangre. Aunque cada una de estas ideas resultaban razonables y estaban basadas en buenos datos de investigación la capacidad de estas dietas de alta energía o de "apurado" en el pre parto para minimizar las enfermedades de la producción ha sido decepcionante en varios ensayos de investigación y en experiencias de campo. Ahora ha quedado claro que este enfoque no conduce a mejorar el balance energético en el postparto ni los resultados de la transición a pesar del aumento de la ingestión de energía antes del parto.

Durante la última década, nuestro grupo de investigación ha estudiado los efectos y beneficios potenciales de controlar la ingestión de energía durante el periodo de secado. A pesar de que nuestros informes fueron acogidos inicialmente con gran escepticismo (Douglas et al., 1998), actualmente estos conceptos son ampliamente aplicados con un éxito considerable. Este articulo resume le lógica del control de la ingestión de energía en el periodo seco y discute los métodos para su aplicación práctica.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS IMPORTANTES DEL PERIPARTO

La principales causas del BEN después del parto son la ingestión de materia seca (IMS), y por lo tanto la ingesta energética y esta muy poco relacionado con la producción lechera o el balance energético de la leche (Zurek et al., 1995; Drackley et al., 2005). En respuesta al BEN, las vacas movilizan triglicéridos almacenados en el tejido adiposo como suministro de energía para la producción de leche y las funciones de mantenimiento. El glicerol liberado en la lipólisis es utilizado por el hígado para la gluconeogénesis. Los ácidos grasos liberados circulan como ácidos grasos no esterificados (AGNE) y se distribuyen con la circulación de la sangre por todos los tejidos corporales (Drackley et al., 2001). Cuando las concentraciones de AGNE son elevadas en el comienzo de la lactación la glándula mamaria los utiliza eficazmente y los convierte en grasa de la leche. Como consecuencia, las altas concentraciones de grasa en la leche, o los altos porcentajes de grasa con respecto a los de proteína son útiles indicadores de cetósis en las vacas lecheras.

El hígado recibe aproximadamente un tercio del flujo total de sangre del corazón. Consecuentemente el hígado se inunda con AGNE cuando aumenta su concentración en sangre alrededor del parto. El hígado recoge los AGNE en proporción

a su concentración en sangre. Dentro de las células hepáticas los AGNE pueden 1) ser oxidados a CO2 generando ATP para las necesidades energéticas del hígado, 2) oxidarse parcialmente a cuerpos cetónicos β-hidroxibutirato (**BHB**) y acetoacetato, que resulta en ATP para el hígado y fuente de energía soluble en agua para los músculos y el corazón, o 3) reconvertido a triglicéridos. Como los animales rumiantes no son capaces de mover de manera eficaz los triglicéridos fuera del hígado como lipoproteínas de baja densidad, los triglicéridos pueden acumularse y ocasionar hígado graso. El severo incremento de la producción de cuerpos cetónicospuede originar cetósis (Drackley et al., 2001).

En el tejido adiposo la lipólisis (descomposición de las grasas) se estimula principalmente por el sistema nervioso simpático en presencia de concentraciones bajas de insulina. El sistema nervioso simpático responde al recorte de energía y a factores de estrés crónicos aumentando su actividad. Aunque los factores de estrés y la limitación severa de la ingestión pueden originar BEN antes del parto, el grado es mucho menor que si esto ocurre después del parto. Por lo tanto, para prevenir los problemas asociados con el BEN,las practicas de manejo y nutricionales deben enfocarse a minimizar la presencia de factores de estrés y el grado y duración del BEN en el postparto para minimizar la movilización de AGNE de a partir de los triglicéridos del tejido adiposo en el postparto. Las áreas clave se han de centrar en disminuir los factores de estrés en el entorno de la vaca y en proporcionarle dietas en el pre parto que favorezcan la ingestión adecuada y consistente de energía.

CONTROL DE LA INGESTIÓN DE ENERGIA DURANTE EL PERIODO SECO

Como hemos argumentado en otra parte, el principio más sencillo y fácil de defender en la nutrición de las vacas lecheras durante el periodo seco es alimentar para cubrir las necesidades pero sin excederse demasiado (Drackley y Dann, 2008). Este concepto no es nada nuevo, ya que se centra en formular las raciones de las vacas lecheras con unas densidades energéticas que ya se establecieron hace muchos años por el National Research Council (**NRC**). Reevaluando lo que nos dicen esos datos y conocimientos previos sobre las vacas secas nos ha llevado a una nueva interpretación sobre el dogma establecido y a desarrollar sistemas prácticos que se adapten a las prácticas de manejo de las explotaciones modernas tanto si son de gran o pequeño tamaño.

Nuestro grupo de investigación ha estado estudiado si controlando la ingestión de la energía durante el periodo seco puede obtener un mayor éxito en la transición. (Grum et al., 1996; Drackley, 1999; Drackley et al., 2001, 2005; Dann et al., 2005, 2006; Douglas et al., 2006; Loor et al., 2005, 2006). Nuestra investigación se basó en informes anteriores que defendían que limitar la ingestión de nutrientes a las necesidades reales de las vacas era mejor estrategia que la sobrealimentación (Kunz et al., 1985). Nosotros también confiamos en nuestras propias ideas y observaciones así como en las experiencias de campo de otros investigadores. Los datos que hemos recogido demostraron que incluso las vacas alimentadas con unos niveles moderados de energía en la dieta (1.50 – 1.60 Mcal EN_L/kg MS) fácilmente consumirán un 40 – 80% más de EN_L que la requerida durante el principio y final del periodo seco (Dann et al., 2005, 2006; Douglas et al., 2006). Las vacas utilizadas para este estudio tenían menos de 3.5 de índice de condición corporal en el momento del secado, estaban alojadas individualmente y fueron alimentadas con dietas basadas en silo de maíz, silo de alfalfa y heno de alfalfa además de un poco de concentrado. No tenemos ninguna evidencia de que la ingestión extra de energía y nutrientes fuera en ningún aspecto beneficiosa. Más incluso, nuestros datos corroboran que permitir a las vacas consumir energía en exceso las predispondrá a padecer problemas de salud durante el periodo de transición si se enfrentan a desafíos y estrés que limiten la ingestión.

Nosotros hemos recogido varios datos que indican que el exceso prolongado de consumo de energía durante el periodo de secado puede resultar en peores transiciones. Estos datos incluyen respuestas del animal muy importantes para los productores de leche como son una menor ingestión de materia seca en el postparto y un comienzo más lento de la producción de leche (Douglas et al., 2006; Dann et al., 2006). También hemos demostrado que la sobrealimentación ocasiona respuestas negativas de los indicadores metabólicos, con mayores niveles de AGNE en sangre y más triglicéridos en el hígado después del parto (Douglas et al., 2006; Janovick Guretzky et al., 2006). Desde un punto de vista de ciencia básica aparecen alteraciones celulares (Litherland et al., 2003) y respuestas a nivel de genes (Loor et al., 2005, 2006, 2007) que potencialmente explican muchos de estos cambios a nivel de la vaca. Hemos demostrado recientemente que el control de la ingestión de energía durante el periodo de secado tiene un efecto positivo sobre la función de los neutrófilos en el postparto (Graugnard et al., 2008) que conduce a una mejor función inmune.

Nuestros datos demuestran que si se permite a las vacas secas consumir más energía de la requerida, incluso aunque los animales no aparezcan con exceso de condición corporal, se originan respuestas muy similares a las de vacas con exceso de condición corporal. El exceso de energía que consumen las vacas por encima de sus necesidades debe ser disipada en forma de calor o se almacena como grasa. Nosotros presuponemos que el exceso se acumula preferentemente en depósitos en el tejido adiposo interno (grasa) en algunas vacas . Ciertamente, hemos demostrado hace poco que la sobrealimentación moderada durante 57 días de las vacas que no se encuentran en lactación ocasiona una mayor deposición grasa en los tejidos adiposos viscerales (omental, mesentérico, y peri renal) que en las vacas alimentadas

con dietas basadas en paja para ajustar la ingestión de energía a sus necesidades (Nikkhah et al., 2009). Los AGNE y las moléculas de señalización liberadas por algunos de estos tejidos adiposos viscerales van directamente al hígado y pueden ocasionar hígado graso, cetósis subclínica y otros problemas secundarios de la función hepática. Los humanos diferimos en la tendencia a acumular grasa en diferentes localizaciones y la obesidad central es un factor de riesgo mayor de enfermedad. De igual manera, las vacas pueden variar en el grado en que ellas acumulan grasa internamente. En muchos casos, los mecanismos que hemos estado estudiando en las vacas secas son similares a los de la investigación médica humana en obesidad, diabetes tipo 2 y en la resistencia a la insulina.

Otros grupos de investigación en los Estados Unidos (Holcomb et al., 2001) y en otros países (Agenas et al., 2003; Kunz et al., 1985; Rukkwamsuk et al., 1998) han obtenido conclusiones similares sobre la necesidad de controlar la ingestión energía durante el secado, aunque no todos los estudios han demostrados beneficios claros (Winkleman et al., 2008). Hemos trabajado desarrollado estas ideas para demostrar que la sobrealimentación es muy habitual incluso cuando se utilizan dietas típicas de secado consideradas "seguras" y esto puede ser un factor que predisponga al empeoramiento de la salud. También hemos desarrollado la idea de limitar el consumo en dietas de moderada energía o de alimentar a libre disposición con raciones altas en paja y bajas en energía como enfoques prácticos simples para conseguir el control de la de energía ingerida.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LA INGESTIÓN DE ENERGIA EN PERIODO SECO

A la luz de la conveniencia de cubrir las necesidades de energía sin excederse demasiado durante el periodo de secado, existen al menos tres enfoques que podríamos implementar para cumplir este objetivo. El primero es alimentar las vacas exclusivamente con forrajes de baja calidad y otros ingredientes alimentarios que puedan minimizar el exceso potencial de ingestión de energía. Este concepto fue la opción de manejo estándar en muchas granjas hace varias décadas. Sin embargo los peligros son la excesiva variación en la calidad de los ingredientes que puede provocar la ingestión inconsistente de nutrientes. La ración puede proporcionar perfiles desequilibrados de nutrientes y también estos alimentos pueden encontrase contaminados con mohos y toxinas. Este enfoque o modo de pensar no es deseable y no lo consideraremos a partir de aquí.

Raciones de Consumo Limitado para Vacas Secas

Un segundo y mejor enfoque es formular una dieta con una densidad energética moderada (1.50 – 1.60 Mcal EN_L/kg MS) y limitar su disposición en cantidades de materia seca (MS) que cubran las necesidades diarias de una vaca o novilla media de 14 – 15 Mcal. Tengan en cuenta que no abogamos por limitar a las vacas por debajo de sus necesidades como hemos hecho en algunos de nuestros experimentos (Dann et al., 2005, 2006; Douglas et al., 2006). Un estudio que establecía dietas limitadas a las necesidades obtuvo resultados favorables (Holcumb et al., 2001), mientras otro estudio más reciente demostró solo pequeñas diferencias entre las dietas limitadas y las dietas a libre disposición (Winklemen et al., 2008). Debemos tener en cuenta que en este último estudio el número de vacas era limitado y 3 de las 9 vacas que se asignaron al grupo de libre disposición (sobre consumo) desencadenaron problemas de salud tras el parto y por lo tanto no se incluyeron sus datos postparto en la evaluación.

Conceptualmente, las dietas limitadas son un método viable para el control de la ingestión de energía. En la práctica, sin embargo, requiere un alto nivel de manejo para instaurarlo con éxito. Las dietas limitadas solo funcionan cuando las vacas están estabuladas individualmente (poco común) o cuando los sistemas de alimentación por grupos permiten un espacio de comedero abundante. La ración debe ser administrada sobre el suficiente espacio de comedero que permita acceder a todas las vacas. Su implementación necesita que los productores lecheros lleguen a ser tan hábiles en el manejo del comedero como son los productores de carne. La meta es formular raciones con un objetivo de ingestión de MS que las vacas tarden en consumir entre 22 y 23 horas cada día. En otras palabras, se debe alimentar las vacas secas en un comedero que haya quedado vacío poco antes del siguiente reparto. Debido a la naturaleza dinámica con vacas entrando y saliendo desde un lote único de secas o de un lote de pre parto y quizás también pudiendo variar el número total de vacas, el manejo de raciones limitadas es más complicado en las explotaciones lecheras que en los cebaderos de carne.

Raciones de Gran Volumen y Baja Energía para Vacas Secas

Una tercera solución para un potencial exceso de consumo de energía de las vacas es formular raciones de una densidad de energía relativamente baja (1.30 – 1.38 Mcal EN_L/kg MS) que las vacas puedan consumir libremente sin exceder demasiado sus necesidades diarias de energía. El principio es suministrar a las vacas raciones con el contenido de fibra suficiente (volumen) para que las vacas solo cubran sus necesidades si consumen toda la MS que sean capaces de consumir. De esta manera el objetivo de ingestión no permite ni demasiada ni muy poca energía, sino más bien la cantidad justa para cubrir sus necesidades.

Para conseguir el objetivo de ingestión controlada de energía se necesita la incorporación de algún o algunos ingredientes de baja densidad energética en dietas que contengan ingredientes de alta energía como el silo de maíz, la hierba de buena calidad, los silos de leguminosas o los henos de alta calidad. Las pajas de cereales, particularmente la paja de trigo son adecuadas para diluir la densidad energética de estos alimentos de alta energía, especialmente cuando la fuente de forraje disponible predominante sea el silo de maíz. Los henos de hierba de menor calidad también pueden funcionar si se procesan (cortan) adecuadamente, pero todavía tendrán incluso mayor valor energético que la paja por lo que no serán tan efectivos en la disminución de la densidad energética.

Conocemos datos no controlados que comparan los diferentes tipos de paja, pero existe un consenso general entre aquellos que tienen años de experiencia en el uso de paja que la paja de trigo es la preferida. La de cebada es la segunda elección y a continuación la paja de avena. Las razones de estas preferencias no están claras pero la paja de trigo es más abundante, generalmente más uniforme y posee un tallo grueso, quebradizo y hueco que se corta fácilmente, es sabroso y parece favorecer la fermentación ruminal. La paja de cebada no tiene estas características. La paja de avena es mas blanda por lo que no se corta uniformemente. Además la paja de avena es generalmente algo más digestible por lo que su contenido energético es mayor.

Resulta vital que la paja u otro forraje se consuman realmente en la cantidad deseada. Si las vacas apartan la paja u otro ingrediente de volumen, consumirán demasiada energía del resto de ingredientes y los resultados serán más pobres. La RCM es con mucho la mejor elección para implementar raciones altas en paja para controlar la ingestión de energía. Muy pocos mezcladores de RCM pueden incorporar grandes cantidades paja sin que haya sido picada previamente y sin que se sobre procesen el resto de ingredientes. Se debe pre cortar la paja en trozos de 5 cm de longitud o menos para evitar que las vacas separen los ingredientes.

BENEFICIOS Y VENTAJAS

Basándose en nuestras investigaciones y observaciones de campo, la adopción del concepto de RCM altas en paja, bajas en energía para las vacas secas puede conducir a los beneficios siguientes:

- La instauración con éxito de este programa elimina esencialmente la aparición de desplazamientos de abomaso. Esto puede ser consecuencia de un mayor llenado del rumen que se mantiene por un periodo de tiempo incluso si las vacas dejan de comer por cualquier causa durante un tiempo o por su efecto estabilizador de la ingestión (Janovick Guretzky et al., 2006).
- Los datos recogidos en un estudio de campo por Keenan Co. en Europa (cortesía de D. E. Beever, Richard Keenan and Co., Borris, Irlanda) indicaron efectos fuertemente positivos sobre la salud. En 277 rebaños (unas 27.000 vacas) en el Reino Unido, Irlanda, Francia y Suecia, cambiando al sistema de RCM de baja energía y ricas en paja disminuyeron la los partos asistidos en un 53%. El cambio también disminuyó los casos de fiebre de la leche en un 76%, las retenciones de placenta en un 57%, los desplazamientos de abomaso en un 85% y las cetósis un 75%. Utilizando los valores estándar para los costes de estos problemas, el aumento medio en el margen por vaca en estos rebaños fue de 114 $ únicamente por la mejora de la salud. Mientras estos son datos de investigación no controlados pero son consecuentes tanto con nuestros resultados de investigación como con las observaciones de campo en EE.UU.
- Las mismas fuentes de datos por observación indican que se pueden mejorar la condición corporal, el éxito reproductivo y la salud de las pezuñas en rebaños donde son habituales estos problemas.
- Aunque los datos son escasos, la producción de leche parece ser similar a los resultados obtenidos con programas de alta energía en el pre parto. Hay evidencias de que se puede mejorar la persistencia, con vacas que alcanzan el pico de leche más despacio y más tarde. Por lo tanto, los productores deben tener cuidado y no evaluar el éxito del programa basándose en picos de leche más tempranos y deben mirar al total de la lactación, leche diaria, y, con el tiempo, a los índices reproductivos y otros indicadores no solo a los de la leche con valor económico.
- La paja y el silo de maíz generalmente son más bajos en calcio y potasio por lo que también favorece el control de la diferencia anión-catión en la dieta sin necesidad de añadir demasiada mezcla de sales aniónicas.
- En muchos casos el programa puede simplificar el manejo y la composición de la ración.
- Dependiendo del coste de la paja, las raciones basadas en silo de maíz y paja probablemente no serán más caras que la media del coste de las raciones tradicionales de secado y pre parto y pueden incluso ser más baratas cuando la paja se encuentre en abundancia. Recuerdes que aún cuando la paja parece cara, está sustituyendo “algo más” en la ración por lo que el criterio de uso debe ser el de coste marginal. Por otra parte, la IMS total por vaca se puede disminuir añadiendo paja, por lo que el coste de alimentación por día realmente disminuirá sustancialmente.

LOTE ÚNICO DE VACAS SECAS

Nuestra investigación más reciente (Janovick Guretzky et al., 2006; Richards et al., 2009) así como una experiencia de campo considerable sugieren que establecer un programa de vacas secas con una ración única puede tener éxito y cumplir con todos estos principios. Cuando se aproxima el parto la ingestión de materia seca permanece más constante cuando las vacas se alimentan con una ración baja en energía rica en paja (Dann et al., 2006; Janovick Guretzky et al., 2006; Richards et al., 2009) que si las vacas se alimentan con raciones altas en energía (Grummer et al., 2004). Los sistemas de lote único tendrían la ventaja de eliminar un cambio de lote que disminuye los efectos del estrés social como los descritos por los investigadores de la Universidad de Wisconsin (Cook, 2007). El manejo de lote único funcionará perfectamente en aquellos productores orientados a periodos de secado cortos. Una variante es mantener los lotes de secado y de pre parto con la misma ración para los dos, excepto por la utilización de una premezcla de concentrado diferente para el grupo de pre parto que puede incorporar sales aniónicas, extra de minerales y vitaminas, proteína adicional, o ciertos aditivos. La ración de vacas secas baja en energía rica en forrajes contendrá los forrajes y granos principales de la ración de lactación pero diluidos con paja o forrajes de baja calidad para conseguir la densidad energética deseada. De esta manera el rumen permanecerá adaptado a los tipos de ingredientes que comerán tras el parto sin el riesgo de consumir excesiva energía.

Si los productores desean mantener los dos grupos tradicionales o la filosofía de "apurado" para la alimentación de las vacas secas, nuestra investigación a demostrado que el factor crítico es asegurar que la densidad energética de la ración del periodo seco inicial se disminuya hasta las recomendaciones del NRC (2001) (EN_L of 1.25 – 1.30 Mcal/Kg. MS) así las vacas no consumirán energía en exceso (Dann et al., 2006). En este estudio los valores extremos en el consumo de nutrientes en pre parto tienen poco efecto si lo comparamos con permitir a las vacas consumir energía en exceso durante el periodo seco inicial.

Hace poco que hemos concluido un estudio para determinar si el cambio de vacas a un lote de pre parto con mayor energía, 3 semanas antes del parto puede aportar algún beneficio a las vacas durante la transición si lo comparamos con una ración de volumen única suministrada durante todo el periodo de secado hasta el parto (Richards et al., 2009). También incluimos un lote sobrealimentado, que recibió la misma ración de pre parto de alta energía durante todo el periodo de secado. El lote sobrealimentado tuvo mayor IMS durante el periodo de secado pero no durante la lactación; las vacas ganaron condición corporal durante el secado pero perdieron más tras el parto. Las vacas sobrealimentadas tenían más grasa en el hígado, aumentos mayores y más prolongados de AGNE y BHB tras el parto y tenían mayor producción de grasa que los otros dos grupos. El lote de ración única tuvo menos cambios en IMS en el parto y menor concentración de grasa en el hígado tras el parto. Sorprendentemente, el grupo al que se le daba la ración de pre parto presentaba un nivel de grasa en hígado intermedio entre el grupo de ración única y del sobrealimentado, pero no tenia ninguna otra ventaja sobe el lote de ración única. Por lo tanto no existe suficiente evidencia de que la estrategia de dos lotes tenga ninguna ventaja sobre la estrategia de ración única (energía controlada fibra alta).

ESPECIFICACIONES PARA RACIONES SECAS DE GRAN VOLUMEN

El sistema de energía controlada funciona mejor en aquellos productores que confían en el silo de maíz como forraje principal. Las raciones típicas generalmente contienen a penas un tercio de la MS de silo de maíz, un tercio de paja cortada y el tercio restante se divide entre otro heno o silo y una pequeña cantidad de concentrado para cubrir las necesidades de proteína, minerales y vitaminas. La combinación de paja y silo de maíz s es complementaria por varias razones como el contenido energético, los niveles bajos de potasio, el contenido de almidones y las características de alimentación.

Las necesidades de EN_L para una vaca Holstein de 680-Kg. están entre 14 y 15 Mcal (58 a 63 MJ) por día (NRC, 2001). Esto equivale a 100 MJ de EM diarios. Algunas directrices sugeridas para la formulación de raciones de energía controlada que cumplan estos requisitos son como sigue, en base a MS de la ración total.

- Ingestión de material seca: 11.5 a 12.5 Kg./día. En vacas en periodos seco inicial, la ingestión por vaca individual a menudo pasa de 13.5 Kg. MS/día.
- Densidad energética: 1.30 – 1.38 Mcal ENL/Kg. MS.
- Proteína: 12 a 15% de MS como PC; >1,000 g/día de proteína metabolizable según los modelos NRC (2001) o CNCPS/CPM. Esto puede requerir adición de fuentes altas en proteína no degradable como la harina de sangre o harina de soja tratada por calor.
- Almidones: 12 a 16% de MS. Si el almidón es poco fermentable, la ración debe estar en el límite superior.
- NDF forraje: 40 a 50% de la MS total, o 4.5 a 5.5 Kg. diarios (0.7 a 0.8% PV). Elija el superior si dispone de fuentes de fibra con alta energía (como heno de hierba o alfalfa de baja calidad) y el límite inferior cuando utilice paja.

- MS total: 45 – 48% (añada agua si es necesario). El agua añadida ayudará a mantener juntos los ingredientes y a mejorar la palatabilidad. Cuando la ración supera el 55%, la IMS disminuirá y aumentará la selección de ingredientes.
- Siga las directrices estándar para suplementar vitaminas y minerales. Para pre parto los valores son 0.40% magnesio (mínimo), 0.35 – 0.40% azufre, potasio el menor posible, un DCAD de +25 a +50 meq/Kg., 0.27 – 0.35% fósforo, y al menos 1,500 IU de vitamina E. El calcio se establece normalmente sobre el 0.9% de la MS. Un resumen reciente de datos sugiere que el riesgo más bajo de fiebre de la leche es cuando el calcio es <0.5% de MS o mayor del 1.5% de MS (Lean et al., 2006).

Siempre que la ración de lactación se formule de la manera adecuada, parece que hay poca dificultad en la transición a la ración de lactación inmediatamente después del parto. Muchos productores han encontrado que añadir de 0.25 a 1 Kg. de paja picada en la ración de lactación mejora la función ruminal y el rendimiento del animal, particularmente cuando la fibra física está en el límite adecuado. La adición de paja en postparto también ayudará a facilitar la transición desde la ración de secass de baja energía.

PROBLEMAS HABITUALES PARA SU EJECUCIÓN EN EL CAMPO

Hay tres factores que resultan críticos para implementar con éxito este enfoque:

1) prevenir la selección de ingredientes, 2) asegurar el acceso continuo sin hacinamiento a la RCM, y 3) control minucioso del contenido de MS y atención a los detalles. Cuando se ha notificado que “el tren descarrila”, uno o más de estos factores a fallado y no la propia formulación de la ración.

La paja debe ser picada en trozos cuyo tamaño no permita que la vaca pueda rechazarlos en la ración. De manera general esto significaría, partículas de menos de 5 a 7 cm. Si la paja viene ya picada, una indicación de corte adecuado es cuando permanecen un 1/3 de las partículas en cada uno de los 3 compartimentos de la caja criba de la Universidad de Pensilvania. Debido a su naturaleza grosera y al resultado de la RCM, los productores pueden pensar que las vacas están seleccionando demasiado cuando no lo están. Para comprobar que las vacas no están escogiendo, debemos comprobar cuidadosamente los rechazos sobrantes y compararlos con la RCM original. Una manera simple de evaluar si escogen es cribar la RCM con la caja Pensilvania y posteriormente repetir la prueba con los rechazos sobrantes al día siguiente.

Los resultados no deben variar más de un 10% de la RCM a los sobrantes. Otra manera de comprobar si escogen es recogiendo muestras de sobrantes en diferentes áreas del comedero y realizar el análisis de su composición química como se hizo para la RCM. Otra vez, la FND, PC y minerales no deben variar más de un 10% entre la ración y los rechazos, si las vacas no están escogiendo. Si las vacas rechazan la paja, algunas vacas estarán consumiendo más energía que la formulada y para algunas (las más tímidas) solo quedará una ración de mucha menor calidad que la deseada. En los rebaños donde existe el problema de que las vacas pueden escoger se caracterizan por tener lotes de vacas secas que presentan una gran variación en la condición corporal. Unas estarán demasiado gordas, otras demasiado flacas y, por supuesto, algunas estarán con en “buena” condición.

Otro error frecuente es el mal diseño de los establos o el mal manejo de comedero que limita la habilidad de las vacas para el consumo de la ración a libre disposición. Debido a la naturaleza grosera de la ración, las vacas necesitan más tiempo para consumir el alimento suficiente para cubrir sus necesidades de nutrientes y de energía. Como consecuencia, el disponer de espacio de comedero suficientes en los establos con 6 hileras de cubículos es complicado. El espacio de comedero debe ser suficiente y la comida arrimada con frecuencia. Si la comida no se arrima, las vacas no podrán comer lo suficiente para cubrir sus necesidades. Otro problema que aparece con frecuencia es cuando los valores reales de MS de la paja, henos y silos difieren sustancialmente de los normalmente asumidos. Esto puede ocurrir, por ejemplo, si la paja la mojó la lluvia, o la MS de los silos varía sin que los cebadores se den cuenta de ello. Los cambios de MS de los ingredientes, cambian la proporción de la MS total de la ración salvo que corrijamos la mezcla. Por lo tanto la ingestión de energía puede ser mayor o menor de la establecida cuando formulamos y puede aparecer una explosión de problemas relacionados en el momento del parto mientras no se corrija la situación.

OTRAS CONSIDERACIONES

Como hemos mencionado anteriormente, la combinación de paja y silo de maíz, además de otros ingredientes de lactación, funciona muy bien por las características complementarias de los componentes en la ración final. La paja tiene muchas características deseables que mejoran la salud y dinámica digestiva en el rumen. La lenta digestión y ritmo de paso de la paja parecen ser importantes en el control de DA. El control de la energía ingerida es un factor crítico importante para el mantenimiento de una ingestión de energía más constante durante el periodo de secado y para prevenir otros problemas en el parto tales como la cetósis y el hígado graso.

Se desconoce si otros ingredientes con baja energía producen resultados similares. No somos conscientes de otras investigaciones que hayan comparado otros ingredientes bajos en energía tal como el heno de baja calidad, salvado de avena, cascarilla de algodón, tallos de maíz, residuos de soja o cáñamo de lino, con la paja o con raciones convencionales. Aunque si tenemos reseñas anecdóticas de productores y nutricionistas con diferentes grados de éxito. En los alimentos de tipo forrajero la consideración clave es el procesado uniforme y la palatabilidad para que las vacas no escojan y el perfil de nutrientes de la fórmula sea el que realmente ingieran. Se debe tener especial cuidado en no utilizar alimentos enmohecidos o dañados por la lluvia ni tampoco los que tengan excesiva contaminación con tierra. En los alimentos de tipo concentrado, o finamente molidos, el contenido energético es bajo pero el tamaño de particula es tan pequeño que el ritmo de paso puede ser demasiado rápido, permitiendo a las partículas escapar más rápido aunque no hayan sido digeridas. En estos casos, la IMS de las vacas puede aumentar de forma que la energía ingerida exceda considerablemente a la necesitada.

Solo por el hecho de que la paja u otros ingredientes de baja energía sean de baja calidad para los estándares de valoración convencionales basados en los contenidos de proteína y energía no significa que se deban ignorar otras medidas de calidad. No debemos utilizar para las vacas paja u otros alimentos que se encuentren enmohecidos, fuertemente dañados por la lluvia o que hayan fermentado regularmente, especialmente en el pre parto. Debemos asesorar a los ganaderos para que firmen contratos de suministro constante de paja de alta calidad para disminuir todos estos problemas. Como han aumentado las raciones ricas en paja, la cantidad relativa de material de baja calidad en el mercado es mayor y los ganaderos forzados a comprar en el mercado libre a menudo se encuentran con materiales que solo deberían utilizarse para encamado y nunca como alimento.

CONCLUSIONES

Muchos programas de alimentación diferentes pueden tener éxito durante el periodo seco y de transición. Sin embargo, las raciones de consumo limitado o ricas en paja (gran volumen) y de baja energía resultan atractivas por su potencial para mejorar ostensiblemente la salud durante el periodo de transición. El concepto clave es esforzarse en cubrir las necesidades de energía y otros nutrientes de las vacas sin permitirles excederse demasiado de sus necesidades de energía durante la duración del periodo seco. Siempre que las raciones ricas en paja/bajas en energía fueron formuladas, mezcladas y suministradas adecuadamente los resultados han sido positivos y consistentes. Las observaciones de campo e investigación indican que las raciones resultan en un mejor balance energético tras el parto, con la reducción subsiguiente de los problemas de salud relacionados con las grasas. Se mantiene la producción de leche y las observaciones de campo sugieren que también se puede mejorar el éxito reproductivo aunque a día de hoy no se tienen datos sobre esto. Es necesario investigar otros ingredientes de volumen con baja energía como alternativas a la paja.

REFERENCIAS

Agenäs, S., E. Burstedt, and K. Holtenius. 2003. Effects of feeding intensity during the dry period. 1. Feed intake, bodyweight, and milk production. J. Dairy Sci. 86:870-882.

Cook, N. B. 2007. Makin' me dizzy – pen moves and facility designs to maximize transition cow health and productivity. Pages 161-171 in Proc. 8th Western Dairy Mgt. Conf., Reno, NV. Oregon St. Univ., Corvallis.

Cook, N. B., and K. V. Nordlund. 2004. Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. Vet. Clinics Food Anim. 20:495-520.

Dann, H. M., N. B. Litherland, J. P. Underwood, M. Bionaz, A. D'Angelo, J. W. McFadden, and J. K. Drackley. 2006. Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. J. Dairy Sci. 89:3563-3577.

Dann, H. M., D. E. Morin, M. R. Murphy, G. A. Bollero, and J. K. Drackley. 2005. Prepartum intake, postpartum induction of ketosis, and periparturient disorders affect the metabolic status of dairy cows. J. Dairy Sci. 88:3249-3264.

Douglas, G. N., J. K. Drackley, T. R. Overton, and H. G. Bateman. 1998. Lipid metabolism and production by Holstein cows fed control or high fat diets at restricted or ad libitum intakes during the dry period. J. Dairy Sci. 81(Suppl. 1):295. (Abstr.)

Douglas, G. N, T. R. Overton, H. G. Bateman, II, H. M. Dann, and J. K. Drackley. 2006. Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in Holstein cows. J. Dairy Sci. 89:2141-2157.

Drackley, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? J. Dairy Sci. 82:2259-2273.

Drackley, J. K., and H. M. Dann. 2008. A scientific approach to feeding dry cows. Chapter 3 in *Recent Advances in Animal Nutrition – 2007.* P.C. Garnsworthy and J. Wiseman, ed., Nottingham University Press, Nottingham, UK. (in press).

Drackley, J. K., H. M. Dann, G. N. Douglas, N. A. Janovick Guretzky, N. B. Litherland, J. P. Underwood, and J. J. Loor. 2005.

Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. Ital. J. Anim. Sci. 4:323-344.

Drackley, J. K., and N. A. Janovick Guretzky. 2007. Controlled energy diets for dry cows. Pages 7-16 in Proc. 8th Western Dairy Mgt. Conf., Reno, NV. Oregon St. Univ., Corvallis.

Drackley, J. K., T. R. Overton, and G. N. Douglas. 2001. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. J. Dairy Sci. 84(E. Suppl.):E100-E112.

Graugnard, D.E., M. Bionaz, M. Mukesh, K. M. Moyes, J. L. Salak-Johnson, J. K. Drackley, and J. J. Loor. 2008. Neutrophil function in response to level of dietary energy pre-partum and post-partum inflammatory challenge in dairy cows. J. Dairy Sci. 91(Suppl. 1):(in press).

Grum, D. E., J. K. Drackley, R. S. Younker, D. W. LaCount, and J. J. Veenhuizen. 1996. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 79:1850-1864.

Grummer, R.R., D.G. Mashek, and A. Hayirli. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. Vet. Clin. Food Anim. 20:447-470.

Holcomb, C. S., H. H. Van Horn, H. H. Head, M. B. Hall, and C. J. Wilcox. 2001. Effects of prepartum dry matter intake and forage percentage on postpartum performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 84:2051-2058.

Janovick Guretzky, N. A., N. B. Litherland, K. M. Moyes, and J. K. Drackley. 2006. Prepartum energy intake effects on health and lactational performance in primiparous and multiparous Holstein cows. J. Dairy Sci. 89(Suppl. 1). (Abstr.)

Kunz, P. L., J. W. Blum, I. C. Hart, J. Bickel, and J. Landis. 1985. Effects of different energy intakes before and after calving on food intake, performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. Anim. Prod. 40:219-231.

Lean, I. J., P. J. DeGaris, D. M. McNeil, and E. Block. 2006. Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. J. Dairy Sci. 89:669-684.

Litherland, N. B., H. M. Dann, A. S. Hansen, and J. K. Drackley. 2003. Prepartum nutrient intake alters metabolism by liver slices from peripartal dairy cows. J. Dairy Sci. 86(Suppl. 1):105-106. (Abstr.)

Loor, J. J., H. M. Dann, R. E. Everts, R. Oliveira, C. A. Green, N. A. Janovick-Guretzky, S. L. Rodriguez-Zas, H. A. Lewin, and J. K. Drackley. 2005. Temporal gene expression profiling of liver from periparturient dairy cows reveals complex adaptive mechanisms in hepatic function. Physiol. Genomics 23:217-226.

Loor, J. J., H. M. Dann, N. A. Janovick Guretzky, R. E. Everts, R. Oliveira, C. A. Green, N. B. Litherland, S. L. Rodriguez-Zas, H. A. Lewin, and J. K. Drackley. 2006. Plane of nutrition pre-partum alters hepatic gene expression and function in dairy cows as assessed by longitudinal transcript and metabolic profiling. Physiol. Genomics 27:29-41.

Loor, J. J., R. E. Everts, M. Bionaz, H. M. Dann, D. E. Morin, R. Oliveira, S. L. Rodriguez-Zas, J. K. Drackley, and H. A. Lewin. 2007. Nutrition-induced ketosis alters metabolic and signaling gene networks in liver of periparturient dairy cows. Physiol. Genomics 32:105-116.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.

Nikkhah, A., J. J. Loor, R. L. Wallace, D. Graugnard, J. Vasquez, B. F. Richards, and J. K. Drackley. 2009. Moderate excesses of dietary energy markedly increase visceral adipose tissue mass in nonlactating dairy cows. J. Dairy Sci. (in review).

Richards, B.F., N.A. Janovick, K.M. Moyes, D.E. Beever, and J.K. Drackley. 2009. Comparison of a controlled-energy high-fiber diet fed throughout the dry period to a two-stage far-off and close-up dietary strategy. J. Dairy Sci. 92(E. Suppl. 1):(in press).

Rukkwamsuk, T., T. Wensing, T., and M. J. Geelen. 1998. Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the periparturient period. J. Dairy Sci. 81:2904-2911.

Winkleman, L. A., T. H. Elsasser, and C. K. Reynolds. 2008. Limit-feeding a high-energy diet to meet energy requirements in the dry period alters plasma metabolite concentrations but does not affect intake or milk production in early lactation. J. Dairy Sci. 91:1067-1079.

www.dairyone.com/Forage/FactSheet/NRC_201_Energy_Values.htm. Accessed 12/1/06.

www.dairyone.com/Forage/Newsletters/199903.pdf. Accessed 12/1/06.

Zurek, E., G. R. Foxcroft, and J. J. Kennelly. 1995. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. J. Dairy Sci. 78:1909-1920.

NUTRICIÓN NEONATAL DE LAS TERNERAS PARA SALUD Y PRODUCTIVIDAD

JAMES K. DRACKLEY, PH.D.
DEPARTMENTO DE CIENCIAS ANIMALES
UNIVERSIDAD DE ILLINOIS EN URBANA-CHAMPAIGN, USA
e-mail: drackley@illinois.edu

INTRODUCCIÓN

La encuesta más reciente del Sistema Nacional de Seguimiento de la Salud Animal Americano publicó que la mortalidad pre destete de las terneras con vida a las 48 h de edad fue de 7,9% (USDA, 2007). Aunque ligeramente más bajos que los resultados de encuestas anteriores, la morbilidad y la mortalidad media de la industria de las terneras lecheras antes del destete sigue siendo inaceptablemente alta en los EE.UU. Los agentes patógenos y los factores de estrés ambientales interactúan con la nutrición para determinar la susceptibilidad a enfermedades (Davis y Drackley, 1998). El trabajo para el cuidado y alimentación individual de las terneras antes del destete es el principal coste de producción de terneras, pero los gastos en alimentación también son más importantes en este periodo. Por lo tanto, la nutrición de las terneras jóvenes sigue siendo de vital importancia para la salud del ternero y para la rentabilidad de las explotaciones lecheras.

Los sistemas convencionales de cría de terneras han restringido históricamente la cantidad de leche o sustituto de leche suministrados durante las primeras semanas de vida, en un esfuerzo para fomentar el consumo de alimento sólido y permitir un destete temprano. La demostración de las mejoras notables en el crecimiento y en la eficiencia alimenticia que se obtienen suministrando mayores cantidades de leche (Flowers y Weary, 2001; Jasper y Weary, 2002) o de reemplazante de leche (Bartlett, 2001; Díaz et al.) han estimulado un interés renovado en la alimentación de las terneras jóvenes. Una década de investigaciones recientes sobre este concepto (Tikofsky et al., 2001; Blome et al., 2003; Brown et al., 2005; Bartlett et al., 2006; Cowles et al., 2006; Khan et al., 2007a, b; Raeth-Knight et al, 2009) ha llevado a su adopción como un sistema viable para la cría de terneras. Estos sistemas han recibido nombres diversos como “alimentación temprana acelerada” “crecimiento acelerado” “alimentación mejorada”, “nutrición intensificada” y “crecimiento biológicamente adecuado “.

Mientras que el interés en estos sistemas ha sido elevado, el desconocimiento de los beneficios económicos de la nutrición temprana mejorada ha sido una gran limitación para su adopción. Es necesario desarrollar un modelo completo económico del efecto de estos sistemas en la rentabilidad de las empresas lecheras. Las “entradas” necesarias incluyen: efectos sobre las tasas de crecimiento, costo por unidad de crecimiento o aumento de peso, efectos sobre el crecimiento posterior después del destete y los efectos sobre la salud y producción de leche posterior. Los datos siguen acumulándose en cada una de estas áreas por lo que es posible preparar una evaluación económica amplia. El objetivo de este trabajo es proporcionar una visión global del estado actual del conocimiento sobre los programas acelerados de nutrición temprana y datos que demuestran los efectos biológicos positivos o negativos.

Necesidades Nutricionales

La justificación para una alimentación acelerada resulta fácil de apreciar si se tienen en cuenta las necesidades de nutrientes para el crecimiento de las terneras jóvenes. Al igual que otros animales, las terneras necesitan nutrientes para su mantenimiento y para su crecimiento. Por otra parte, al igual que otros animales, las cantidades de nutrientes que se requieren no son fijas sino que varían con el peso vivo **(PV)** y con la ganancia media diaria de peso **(GMD)**. El National Research Council **(NRC)** en su más reciente publicación sobre las necesidades de nutrientes para el ganado lechero (NRC, 2001) establece los requisitos energía para las terneras jóvenes en términos de energía metabolizable **(EM**). Experimentos recientes sobre crecimientos en la Universidad de Illinois y en la Universidad de Cornell han proporcionado datos para desarrollar modificaciones en las formulas del NRC que predicen mejor los rendimientos de crecimiento de las terneras y terneros lecheros en las condiciones normales de cría en los EE.UU. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Necesidades de nutrientes y ganancia estimada: alimentación de un ternero 50 kg en condiciones de temperatura neutra, usando las formulas modificadas Cornell-Illinois del NRC (2001) (Van Amburgh y Drackley, 2005)

Ganancia kg/d	IMS, % PV	EM, Mcal/d	PC, g/d	PC% MS	GE/Alimento
0.42	1.05	2.34	94	18.0	0.38
0.4	1.30	2.89	150	22.4	0.63
0.6	1.57	3.49	207	26.6	0.77
0.8	1.84	4.40	253	27.4	0.86
1.0	2.30	4.80	318	28.6	0.87

Se pueden demostrar varios principios importantes a partir de los datos de la Tabla 1. En primer lugar, la cantidad de sólidos de leche necesarios para cubrir las necesidades de mantenimiento (EM) no es pequeña. Las necesidades para la EM en condiciones de temperatura neutra son aproximadamente 1,75 Mcal / d para una ternera de 45 Kg. La leche entera contiene alrededor de 4,9 Mcal EM / Kg. MS, lo que significa que un ternera de 45 Kg. de peso necesita alrededor de 0,32 Kg. de sólidos lácteos, o 2,5 kilogramos de leche entera sólo para mantenimiento. Como la mayoría de los sustitutos de leche son más bajos en contenido de materia grasa que la leche entera, tienen menos ME por unidad de sólidos (4,6 - 4,7 Mcal / Kg.). En consecuencia, una ternera de 45 kg de peso requiere alrededor de 0,39 Kg. de sustituto de leche para su mantenimiento. Las cantidades de sólidos de leche consumidas por encima de las necesidades mantenimiento pueden ser utilizadas para el crecimiento.

En segundo lugar, para que las terneras crezcan más rápido, tienen que ser alimentadas con más leche / sustituto de leche o, en terneras de mayor edad, deben consumir más pienso de arranque (estárter). Los terneros responden claramente con mayores ganancias de peso corporal a una mayor ingesta de leche o substitutos de leche (Huber et al ., 1984; Richard et al., 1988; Díaz et al., 2001; Jasper y Weary, 2002; Brown et al., 2005; Bartlett et al., 2006; Khan et al., 2007a, b; Raeth-Knight et al., 2009). En tercer lugar, en la dieta de las terneras la cantidad de proteína cruda **(PC)** como porcentaje de materia seca **(MS)** necesaria para mantenimiento es muy baja, pero aumenta con la tasa crecimiento. En cuarto lugar, el contenido de PC de la dieta parece acercarse a una meseta en torno al 28% de la MS, que no es muy diferente el contenido de PC en los sólidos de leche entera (sobre 26% MS). Por último, estas relaciones ponen de relieve la importancia de hacer coincidir la ingestión de energía y la proteína de la dieta con el rendimiento de crecimiento esperado de la ternera. Por ejemplo, la administración de un sustituto de la leche convencional con 20% de PC al doble de cantidad no proporcionará la proteína suficiente para el crecimiento del tejido magro y el excedente de energía se convertirá en grasa. Por el contrario, la alimentación con reemplazante de leche de alta proteína (28% PC), diseñado para "acelerar el crecimiento", en las cantidades de alimentación convencional de 450 a 600 g / d proporciona un exceso de proteína a las terneras que no se puede utilizar para crecimiento adicional porque la energía es un factor limitante. En este caso, el exceso de proteína se degrada y el nitrógeno es excretado en la orina.

Las necesidades nutricionales mencionadas hasta el momento asumen que los terneros se encuentran en condiciones de temperatura neutra, lo que significa que no necesitan gastar energía para mantener su temperatura corporal. La zona de temperatura neutra para los terneros de menos de 21 días de edad es de 15 a 25 ° C (NRC, 2001). En consecuencia, los terneros en la "zona alta" pasan un tiempo considerable fuera de la zona termo neutral. Por encima o por debajo de este rango, los terneros tienen que emplear más energía para mantener la temperatura corporal; en temperaturas más calientes sudan y jadean y en temperaturas frías tiemblan además de utilizar otros medios para aumentar la producción de calor. Este aumento de gasto de energía provoca un aumento de las necesidades de mantenimiento. Para los terneros de más de 21 días, la temperatura crítica más baja corresponde a unos 5 ° C, lo que significa que son capaces de soportar temperaturas más bajas por disponer de más grasa corporal y mayor cantidad de pelo. El aumento de las necesidades de energía de mantenimiento en temperaturas frías se basa en el modelo NRC (NRC, 2001). A medida que disminuye la temperatura del medio ambiente, las necesidades de EM para mantenimiento aumentan. Una ternera de 45 Kg. a -20 ° C requiere alrededor de 0,56 Kg. / d de reemplazante lácteo en polvo sólo para satisfacer las necesidades de mantenimiento y conservar su temperatura corporal, en comparación con cerca de 0,39 Kg. / d de polvo que serian suficientes en condiciones de temperatura neutra. Si los terneros son alimentados con la misma cantidad de leche o sustituto de leche que en las condiciones de temperatura neutra, dispondrá de menos energía para impulsar el crecimiento.

El estrés por calor también aumenta las necesidades energéticas de mantenimiento de los terneros, aunque la cantidad exacta necesaria para la refrigeración no ha sido tan bien cuantificada como los efectos del estrés por frío. Estimaciones

basadas en datos de bovinos en crecimiento de más edad (NRC, 2001) indican un aumento de las necesidades de mantenimiento de 20 a 30% (alrededor de 70 a 115 g más de reemplazante en polvo) durante el estrés por calor. La libre disponibilidad de agua y la sombra son fundamentales para mantener la temperatura corporal en terneros jóvenes. Las camas de arena también ayudan a los terneros a disipar el calor mejor que la paja o las virutas de madera.

Basado en los datos de un estudio israelí (Arieli et al., 1995), los terneros jóvenes durante el transporte pueden aumentar sus necesidades de mantenimiento. En promedio, esta cantidad es de unos 90 g de polvo para terneros con un peso de 45 Kg. Las terneras deben ser alimentadas con dicho aumento (además de lo necesario para el ajuste de temperatura) durante los 14 d después del transporte (Van Amburgh y Drackley, 2005).

SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN CONVENCIONALES VS. ACELERADOS

Tradicionalmente, los terneros han sido alimentados con cantidades limitadas de leche o sustituto de leche (típicamente de 8 a 10% de peso al nacimiento) con la oferta de pienso de arranque a libre disposición desde la primera semana de vida. Estas cantidades de alimento líquido son mucho menores que las que se ingieren a libre disposición y que estarían en el rango del 16 al 20% de peso corporal o del 2 a 2,5% del peso corporal como materia seca (Hafez y Lineweaver, 1968). El planteamiento de alimentación líquida restringida surgió en un intento de estimular el consumo precoz de estárter y para minimizar los costos de otros alimentos más caros. Además, los primeros reemplazantes de leche eran de mala calidad y no fueron bien utilizados por los terneros en tasas altas de racionamiento (Davis y Drackley, 1998). La alimentación restringida sólo permite cubrir las necesidades de mantenimiento y sobre unos 225 g / d de GMD en condiciones de temperatura neutra (Tabla 1). Cuando el consumo de pienso de arranque aumenta (por lo general se duplica cada semana), se consumen los nutrientes necesarios para permitir que los terneros comiencen a crecer rápidamente (Kertz et al., 1979).

En contraste con este planteamiento está el sistema de alimentación acelerado, que permite a los terneros una mayor ingesta de alimento líquido durante los primeros días de vida, más parecida a las condiciones "naturales" en las que los terneros tendrían acceso a leche a libre disposición. Las tasas de consumos de leche son aproximadamente el doble de las de los sistemas convencionales. Una regla fácil es administrar el 1,5% del PV en forma de sólidos de leche durante la primera semana de vida, después el 2% del PV desde la segunda semana de vida hasta la semana antes del destete, en la que se suspende una toma (Stamey et al., 2005). El consumo de estárter será mucho menor que en los terneros alimentados con los sistemas convencionales, pero aumenta en aproximadamente la misma tasa una vez que se reduce la cantidad de líquido (Stamey et al., 2005; Hill et al., 2006, 2007)]. Como se muestra en Figura 1, la principal diferencia en la tasa de crecimiento está en las primeras 2-3 semanas de vida, pero después las tasas de crecimiento son similares. Los programas de alimentación acelerados con leche entera también pueden ser adecuados, en especial cuando se implementa con reducciones (Khan et al., 2007a, b) o en programas de destete gradual (Jasper y Weary, 2002).

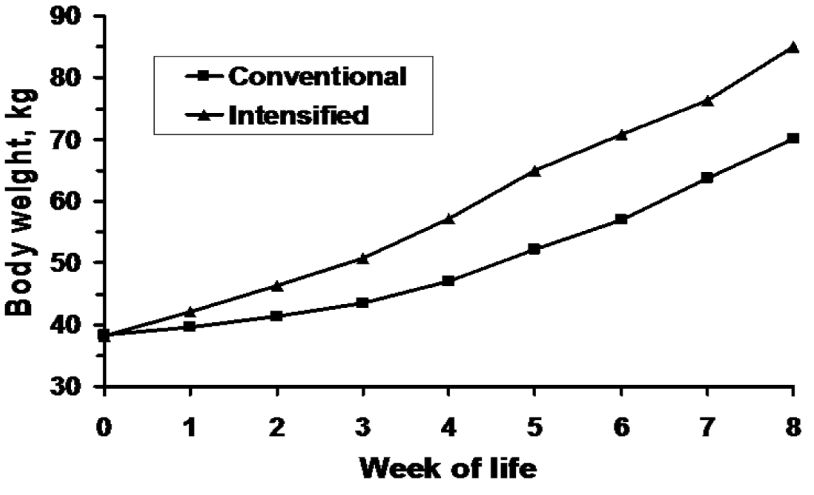


Figura 1. Ejemplo de diferencias de crecimiento temprano entre los terneros alimentados con programa de alimentación limitada convencional (leche en polvo 1,25% del peso al nacimiento, terneros destetados a los 35 días) o con un programa acelerado (intensificado) en el que se usa reemplazante al 2% del peso al nacimiento para al 1ª semana, después el 2,5% del peso corporal desde la 2ª hasta la 5ª semana,. Las terneras tienen acceso a agua y estárter desde la 1ª semana de vida hasta el destete al día 42. (BC Pollard y Drackley JK, datos no publicados, 2002)

También se han desarrollados otros programas de alimentación que son de naturaleza intermedia entre los programas convencionales y los acelerados. Estos programas moderadamente agresivos sugieren un ingestión líquida intermedia entre los programas convencionales y acelerados (Stamey et al., 2006; Hill et al., 2006). Se dice que estos programas producen una menor caída en el crecimiento alrededor del destete y menos trastornos digestivos que en los programas de alimentación líquida más agresivos (Hill et al., 2006), sin dejar de ofrecer una mejoría del estado nutricional durante las críticas 2-3 primeras semanas (Stamey et al. , 2006). Los reemplazantes de leche diseñados para su uso en programas intermedios suelen tener un 24-26% de PC y se dosifican de 1,5 a 1,75% del peso corporal. Mientras son más fáciles de implementar, no aprovechan plenamente el potencial de crecimiento temprano. Estos programas pueden ser más fáciles de implementar en los terneros transportados y en los privados de calostro que los programas de alimentación líquida más agresivos (Hill et al., 2006).

BENEFICIOS DE LA NUTRICIÓN TEMPRANA ACELERADA

Entre los beneficios de la mejora del estado nutricional en las primeras 2-3 semanas de edad podemos incluir: llegar más joven a la edad de cubrición (y por tanto a la edad del parto), una mayor capacidad para resistir los desafíos infecciosos y el aumento de la producción de leche posterior (Drackley, 2005).

Mejora del crecimiento y primer parto más joven

El mayor crecimiento temprano de las novillas se traduce fácilmente en adelantar dos semanas la edad al primer parto siempre que se mantengan las diferencias de peso y de altura logrados al destete. Si las novillas continúan creciendo más rápidamente la ventaja puede aumentar a más de 1 mes. Lógicamente, para lograr esta disminución en la edad al parto, las novillas deben ser cubiertas en base al peso corporal y no a su edad. Es importante tener en cuenta que los terneros deben tener una toma de calostro rápida y adecuada para que puedan utilizar eficientemente los nutrientes adicionales a partir del consumo de leche. Además, los terneros sometidos a adaptación a factores estresantes tales como el transporte, también pueden ser menos capaces de utilizar las grandes cantidades de sólidos en la leche ingerida en los primeros días de vida (Hill et al., 2006; Quigley et al., 2006).

Mejora en la salud

La mala salud durante los primeros días de vida se cree que puede tener efectos duraderos sobre la producción de leche y la vida productiva. Varios estudios epidemiológicos que relacionan las enfermedades neonatales específicas con la productividad posterior no han encontrado una fuerte relación entre cualquier enfermedad o condición específica y la productividad o supervivencia posterior, aunque las enfermedades respiratorias en terneros si aumentaron la edad al primer parto (Correa et al., 1988). El “embotamiento” de las terneras en los primeros días de vida es un factor de riesgo significativo de menor vida productiva. Las terneras que se caracterizan por tener embotamiento antes de los 90 días de edad (definido como apariencia aburrida, apatía, orejas caídas y anorexia) tenían 4,3 veces más probabilidades de morir después de los 90 días de edad (Curtis et al., 1989) y 1,3 veces más probabilidades de abandonar el rebaño de ordeño que sus compañeras de establo (Warnick et al. 1997). Los autores especularon que esta condición podría reflejar los efectos combinados de la mala salud y nutrición inadecuada.

Existe una evidencia considerable que señala a la nutrición inadecuada durante los primeros días de vida como un factor importante en la disminución de la resistencia a la enfermedad y que compromete la salud y el bienestar. comparan terneros alimentados con dos cantidades de sólidos de sustituto lácteo (600 g / d, y 300 o 400 g / d) con acceso libre o restringido al pienso de arranque. Las terneras alimentadas con la mayor cantidad de sustituto de leche y con acceso libre al estárter tuvieron mayor GMD y menor mortalidad. Más recientemente, Khan et al. (2007b) demostraron una reducción en la puntuación fecal de los terneros alimentados a ritmo acelerado con leche entera.

La evidencia disponible sugiere que las mejoras en la salud observadas en las terneras alimentados con mayores cantidades de leche o sustituto de leche probablemente se deberían a una mejoría del estado nutricional global y no a las modificaciones en la función o en las características específicas del sistema inmunológico. Los estudios que han examinado los aspectos funcionales de los componentes del sistema inmunológico generalmente han encontrado pequeñas diferencias entre las terneras alimentados de manera convencional o en programas acelerados (Griebel et al. 1987; Pollock et al., 1993, 1994; Nonnecke et al. 2003; Foote et al., 2005, 2007). Desafortunadamente, no se dispone de estudios en los que las terneras hayan crecido con diferentes niveles de nutrición y fuesen luego desafiadas con un organismo infeccioso para evaluar el impacto del nivel de nutrición en la capacidad de prevenir la enfermedad o en la recuperación más rápida de una enfermedad.

El estado de salud de las terneras jóvenes se ve afectado por las interacciones de la nutrición temprana y el medio ambiente. Las deficiencias nutritivas pueden ser especialmente problemáticas para la función inmune durante el estrés

por frío o calor ya que aumentan las necesidades de mantenimiento por la regulación de la temperatura. Por ejemplo, llevamos a cabo un experimento para determinar las ventajas de la suplementación de la lactancia con otras fuentes de energía en terneras Jersey criadas en Boxes durante el invierno (Drackley et al., 1996). Para hacerlo necesitamos establecer un régimen nutricional adecuado. Las terneras Jersey alimentadas con un sustituto de leche convencional a un 8% PV no mantuvieron el peso tenían y mostraron una alta incidencia de problemas de salud. Las terneras alimentadas con el mismo reemplazante a un 10% del peso corporal ganaban pequeñas cantidades de peso corporal pero aún eran poco saludables. Sólo cuando las terneras fueron alimentadas a una tasa del 12% del peso corporal eran capaces de mantener la salud con modestas tasas de ganancia de peso.

Otro estudio realizado en Minnesota (Godden et al., 2005) comparaba volúmenes iguales de leche "no vendible" pasteurizada y un sustituto de la leche convencional. Como la leche entera contiene aproximadamente un 17% más energía que los sustitutos de leche, indirectamente estos autores estaban comparando dos niveles nutritivos diferentes. Las terneras alimentadas con leche pasterizada "no vendible" tenían mayore GMD que los alimentados con reemplazantes. En verano, la mortalidad de los terneros no fue diferente entre los alimentados con la leche (2,2%) o con sustituto de leche (2,7%). Sin embargo, para los terneros nacidos en el invierno, la mortalidad fue mucho mayor para los terneros alimentados con reemplazantes (21,0%) que en los alimentados con leche (2,8%). Gran parte de esta diferencia probablemente es atribuible al estado nutricional marginal de los terneros alimentados con reemplazante por las mayores necesidades de energía de mantenimiento durante el estrés por frío.

Aumento de la producción de leche posterior

Una de las áreas de investigación reciente más interesante relativa a la alimentación acelerada es documentar los efectos a largo plazo de la nutrición temprana en la productividad posterior. Como ya se dispone de más y más datos de producción de terneras que fueron alimentadas de forma diferente después del nacimiento se ha hecho evidente que las mejoras del crecimiento y la nutrición temprana se convierten en una mayor producción de leche. Varios estudios anteriores sugerían mejoras en la producción de leche subsiguiente cuando las terneras eran alimentadas con mayores cantidades de leche (Foldager y Krohn, 1994; Foldager et. al, 1997; Bar-Peled et al., 1997). Las mejoras en la producción en la primera lactación están en el rango de 500 a 100 l de leche.

Nosotros comparamos un sistema acelerado de alimentación con reemplazante lácteo con otro de alimentación limitada convencional para terneras nacidas en la primavera o verano durante dos años consecutivos. Se utilizó el mismo sustituto lácteo cada año pero se varió ligeramente la tasa de alimentación en el programa acelerado en los dos años; por lo tanto cada año representa un ensayo diferente. Las terneras en tratamiento acelerado tuvieron mayor GMD durante el período de lactancia (Tabla 2), pero se estancó notablemente alrededor del destete. A las 12 semanas de edad, las diferencias en el peso corporal y la estatura entre los grupos se habían reducido. La producción real de leche en primera lactación a 305 (Drackley et al., 2007) se muestran en la Tabla 2. La alimentación mejorada en los primeros días de vida provoca una mayor producción en primera lactación aunque la tendencia de la dieta por la interacción de la prueba indica que la diferencia fue mayor en la prueba 1 que en la 2. Las novillas "aceleradas" de la prueba 1 parieron un mes más tarde de media, eran ligeramente más grandes y producían más. Las novillas de ambas dietas en la prueba 2 parieron con una media similar de edad y peso y con menor diferencia de producción. A pesar de la dieta las novillas de la prueba 2 no rindieron tan bien como las de la prueba 1. Esto señala la importancia de la variación de un año a otro que complica la determinación en granja del efecto de los cambios de manejo. Los análisis de correlación revelaron que de la GMD esta relacionada positivamente con la producción le leche en el tratamiento acelerado (ME Van Amburgh y JK Drackley, sin publicar).

Tabla 2. Datos de crecimiento y de 1ª lactación en dos ensayos para novillas alimentadas de terneras con sistemas convencionales o en programas intensificados de reemplazante lácteos (Drackley et al., 2007)

Variable	Convencional	Acelerado
GDP al destete (kg)		
Ensayo 1	0.52	0.75
Ensayo 2	0.56	0.71
Edad al parto[a] (m)		
Ensayo 1	25.4	26.5
Ensayo 2	24.0	24.3
PV parto (kg)		
Ensayo 1	563	584
Ensayo 2	565	563
Leche 305-d [abc] (kg)		
Ensayo 1	9,245	10,577
Ensayo 2	8,796	9,138

[a] Ensayo, $P < 0.01$.

[b] Dieta, $P < 0.01$.

[c] Dieta × ensayo, $P = 0.13$.

MANEJO ADECUADO EN DIETAS ACELERADAS

Se han identificado en la práctica una seria de factores de manejo para el establecimiento con éxito de los programas con dietas aceleradas. Incluyen el manejo del calostro, disponibilidad de agua y el manejo del destete.

Se necesita una ingestión adecuada de calostro para conseguir los mejores resultados con las dietas aceleradas. La terneras que presenta fallo en la transferencia de la inmunidad pasiva (IgG sérica < 10 mg/mL) no crecerán con la eficiencia que lo harían las terneras que tuvieron una toma de calostro óptima. Esto seria debido en parte a un peor estatus de salud, pero también puede estar relacionado con la ingestión inadecuada de otros nutrientes, hormonas y factores de crecimiento que contiene el calostro. Como ejemplo de estos efectos hemos encontrado recientemente que las tasas de crecimiento en las terneras con programas de alimentación acelerada eran menores en las terneras que tenían baja IgG que en las que tenían un buen estatus de IgG (Tabla 3). Esto indica que una respuesta media de crecimiento mas baja en las terneras compradas y transportadas (Hill et al., 2006; Quigley et al., 2006; Drackley, 2008) probablemente es la consecuencia de un estatus de calostro variable y generalmente pobre en estas terneras.

Table 3. Efectos del estatus de calostro (bueno o malo)[1] en el crecimiento de terneras compradas, con dietas convencionales o intensificadas de reemplazantes lácteos hasta la 5ª semanas de vida (Osorio y Drackley, 2009, datos no publicados)

	Convencional		Intensificada	
Variable	Malo	Bueno	Malo	Bueno
Número de terneros	21	20	17	25
IgG sérica media, mg/dL	558[a]	1793[b]	609[a]	2036[b]
Ganancia Media Diaria[2], kg/day	0.53[a]	0.50[a]	0.63[b]	0.74[c]

[1] Malo = < 10 mg/mL, Bueno = > 10 mg/dL.

[2] Interacción del estatus del calostro y la dieta ($P < 0.05$).

[abc] Medias en la misma fila con letra diferente son diferentes ($P < 0.10$).

Una de las frustraciones iniciales con los programas de dietas aceleradas era el pronunciado descenso del crecimiento al destete, con algunas terneras que nunca recuperaban la ventaja del crecimiento inicial. Parte de este descenso se debía al hecho de que los estárter contenían solo entre el 65 y el 70% de la energía metabolizable de los sólidos de la leche o de los reemplazantes de la leche (NRC, 2001). Esto significa que la ingesta de estárter debe ser muy superior a la generalmente asumida para mantener las tasas de crecimiento que se logran antes del destete (Tabla 4).

Tabla 4. Ingesta de starter necesaria para mantener diferentes tasas de crecimiento en las terneras.

PV, kg	GMD, lgd	Ingesta de estárter necesaria (kg MS/d)
60	600	1.53
60	800	1.90
80	600	1.80
80	800	2.18

Estárter con 3.1 Mcal EM/kg MS (NRC, 2001)

La ingesta de estárter aumenta rápidamente con la disminución del suministro de leche o reemplazantes (Figura 2). No obstante, si se hace el destete antes de que se haya desarrollado suficientemente el rumen no se puede digerir el estárter eficazmente y tampoco absorber los AGV resultantes con lo que hay un descenso pronunciado del crecimiento. Khan et al. (2007a) utilizaron un programa modificado de subidas y bajadas donde las cantidades de leche se rebajaban lentamente después de la 3ª semana de vida. En este estudio la cantidad de estárter ingerida continuaba aumentando de manera uniforme y las tasas de crecimiento se mantenían durante y después del destete. La cantidad de reemplazante se puede disminuir rebajando la cantidad total suministrada o bien diluyéndola con agua gradualmente (Jasper et al., 2008; Nielsen et al., 2008). Otra idea reciente para mejorar el destete es continuar suministrando agua caliente durante 2 a 3 días tras cesar las tomas de leche (Jasper et al., 2008). Esto permite separar aspectos nutricionales en el destete de los aspectos de comportamiento.

La utilización de sistemas de alimentación automáticos controlados por ordenador resultan enormemente prometedores para maximizar los beneficios de los programas de crecimiento acelerado así como también para minimizar los problemas de adaptación al destete Aunque todavía se deben aprender muchas cosas sobre el uso optimo de estos alimentadores, sin duda pueden alcanzar rendimientos excepcionales (Borderas et al., 2009).

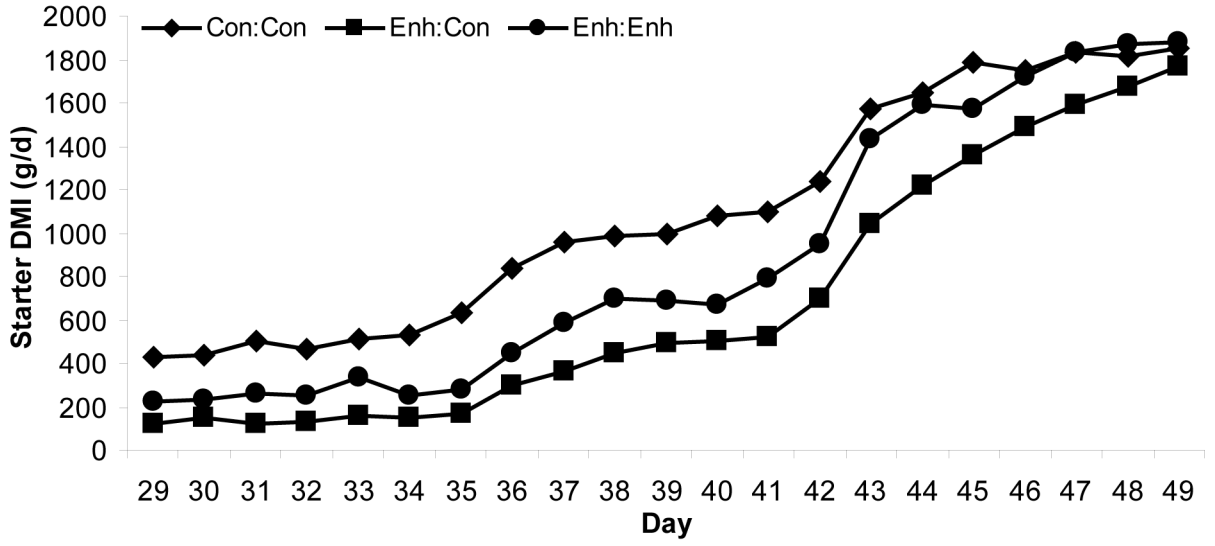


Figura 2. Ingesta diaria de estárter (g/d) (Starter DMI) en el momento del destete. A las terneras se le suministró un reemplazante lácteo convencional además de estárter convencional (cuadros), o un reemplazante acelerado además de un estárter acelerado (círculos). Se cesó la toma de reemplazante por las tardes el día 35 y las terneras fueron destetadas el día 42. Datos de Stamey et al., 2005.

CONCLUSIONES

El concepto de "dieta acelerada" para terneras jóvenes alimentadas con leche es bien aceptado en estos momentos como una alternativa a la alimentación restringida tradicional. Investigaciones y experiencias de campo han puesto de relieve muchos aspectos importantes que son fundamentales para establecer estos programas con éxito. Las terneras deben recibir leche entera o un sustituto lácteo convenientemente formulado aproximadamente en el doble de la cantidad tradicional. Una bajada o proceso gradual de destete facilitará una suave transición a la alimentación seca. Los terneros privados de calostro que sufran estrés de transporte no responderán tan bien a mayores cantidades de leche e incluso puede tener un impacto negativo. Los beneficios de los programas con dietas aceleradas son la disminución de la edad al primer parto, mejoras en la salud y un aumento de la producción de leche. Investigaciones en curso proporcionaran las variables necesarias para modelar el impacto económico de los programas de alimentación acelerado con más detalle.

REFERENCIAS

Arieli, A., J.W. Schrama, W. Van Der Hel, and M.W. Verstegen. 1995. Development of metabolic partitioning of energy in young calves. J. Dairy Sci. 78:1154-1162.

Bar-Peled, U., B. Robinzon, E. Maltz, H. Tagari, Y. Folman, I. Bruckental, H. Voet, H. Gacitua, and A.R. Lehrer. 1997. Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. J. Dairy Sci. 80:2523-2528.

Bartlett, K.S. 2001. Interactions of Protein and Energy Supply from Milk Replacers on Growth and Body Composition of Dairy Calves. M.S. Thesis, University of Illinois, Urbana.

Bartlett, K.S., F.K. McKeith, M.J. VandeHaar, G.E. Dahl, and J.K. Drackley. 2006. Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. J. Anim. Sci. 84:1454-1467.

Blome, R.M., J.K. Drackley, F.K. McKeith, M.F. Hutjens, and G.C. McCoy. 2003. Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. J. Anim. Sci. 81:1641-1655.

Borderas, T. F., A. M. de Passillé, and J. Rushen. 2009. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. J. Dairy Sci. 92:2843-2852.

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.

Corbett, R. B. 2003. Accelerated growth for calves. In Proc. Mid-South Conf.

Correa, M.T., C.R. Curtis, H.N. Erb, and M.E. White. 1988. Effect of calfhood morbidity on age at first calving in New York Holstein herds. Prev. Vet. Med. 6:253-262.

Cowles, K. E., R. A. White, N. L. Whitehouse, and P. S. Erickson. 2006. Growth characteristics of calves fed an intensified milk replacer. J. Dairy Sci. 89:4835–4845.

Curtis, C.E., M.E. White, and H.N. Erb. 1989. Effects of calfhood morbidity on long-term survival in New York Holstein herds. Prev. Vet. Med. 7:173-186.

Diaz, M.C., M.E. Van Amburgh, J.M. Smith, J.M. Kelsey, and E.L. Hutten. 2001. Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105-kilogram body weight. J. Dairy Sci. 84:830-842.

Drackley, J.K. 2005. Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. Chapter 12 in Calf and Heifer Rearing. P.C. Garnsworthy, ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Prac. 24:55-86.

Drackley, J.K., and M.E. Van Amburgh. 2005. Nutrient requirements of the calf: birth to weaning. Pages 86-95 in Dairy Calves and Heifers. Integrating Biology and Management. NRAES publ. 175, Cooperative Extension, Ithaca, NY.

Drackley, J.K., B.C. Pollard, H.M. Dann, and J.A. Stamey. 2007. First-lactation milk production for cows fed control or intensified milk replacer programs as calves. J. Dairy Sci. 90(Suppl. 1):614. (Abstr.)

Drackley, J.K., L.D. Ruppert, J.P. Elliott, G.C. McCoy, and E.H. Jaster. 1996. Effects of increased solids in milk replacer on Jersey calves housed in hutches during winter. J. Dairy Sci. 79(Suppl. 1):154. (Abstr.)

Flower, F.C., and D.M. Weary. 2001. Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. Appl. Anim. Behav. Sci. 70:275-284.

Foldager, J., and Krohn, C.C. 1994. Heifer calves reared on very high or normal levels of whole milk from birth to 6-8 weeks of age and their subsequent milk production. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 3 (Abstr.)

Foldager, J., C.C. Krohn, and L. Mogensen. 1997. Level of milk for female calves affects their milk production in first lactation. In Proc. 48th Ann. Mtg. European Assoc. Anim. Prod.

Foote, M.R., B.J. Nonnecke, D.C. Beitz, and W.R. Waters. 2007. High growth rate fails to enhance adaptive immune responses of neonatal calves and is associated with reduced lymphocyte viability. J. Dairy Sci. 90:404-417.

Foote, M.R., B.J. Nonnecke, W.R. Waters, M.V. Palmer, D.C. Beitz, M.A. Fowler, B.L. Miller, T.E. Johnson, and H.B. Perry. 2005. Effects of increased dietary protein and energy on composition and functional capacities of blood mononuclear cells from vaccinated, neonatal calves. Int. J. Vitam. Nutr. Res. 75:357-368.

Godden, S.M., J.P. Fetrow, J.M. Freitag, L.R. Green, and S.J. Wells. 2005. Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. J. Am. Vet. Med. Assoc. 226:1547-1554.

Griebel, P.J., M. Schoonderwoerd, and L.A. Babiuk. 1987. Ontogeny of the immune response: effect of protein energy malnutrition in neonatal calves. Can. J. Vet. Res. 51:428-435.

Hafez, E.S.E., and L.A. Lineweaver. 1968. Suckling behaviour in natural and artificially fed neonate calves. Z. Tierpsychol. 25:187-198.

Hill, T.M., J.M. Aldrich, R.L. Schlotterbeck, and H.G. Bateman II. 2006. Effects of feeding calves different rates and protein concentrations of twenty percent fat milk replacers on growth during the neonatal period. Prof. Anim. Sci. 22:252-260.

Hill, T.M., H.G. Bateman, II, J.M. Aldrich, and R.L. Schlotterbeck. 2007. Effects of feeding rate of milk replacers and bedding material for calves in a cold, naturally ventilated nursery. Prof. Anim. Sci. 23:656-664.

Huber, J.T., A.G. Silva, O.F. Campos, and C.M. Mathieu. 1984. Influence of feeding different amounts of milk on performance, health, and absorption capability of baby calves. J. Dairy Sci. 67:2957-2963.

Jasper, J., and D.M. Weary. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. J. Dairy Sci. 85:3054-3058.

Jasper, J., M. Budzynska, and D. M. Weary. 2008. Weaning distress in dairy calves: Acute behavioural responses by limit-fed calves. Appl. Anim. Behav. Sci. 110:136–143.

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, S.B. Kim, K.S. Ki, J.K. Ha, H.G. Lee, and Y.J. Choi. 2007a. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. J. Dairy Sci. 90:876–885.

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

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC.

Nielsen, P. P., M. B. Jensen, and L. Lidfors. 2008. The effects of teat bar design and weaning method on behavior, intake, and gain of dairy calves. J. Dairy Sci. 91:2423-2432.

Nonnecke, B.J., M.R. Foote, J.M. Smith, B.A. Pesch, and M.E. Van Amburgh. 2003. Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. J. Dairy Sci. 86:3592-3604.

Pollard, B.C., H.M. Dann, and J.K. Drackley. 2003. Evaluation of intensified liquid feeding programs for dairy calves. J. Dairy Sci. 86(Suppl. 1):174. (Abstr.)

Pollock, J.M., T.G. Rowan, J.B. Dixon, S.D. Carter, D. Spiller, and H. Warenius. 1993. Alteration of cellular immune responses by nutrition and weaning in calves. Res. Vet. Sci. 55:298-306.

Pollock, J.M., T.G. Rowan, J.B. Dixon, and S.D. Carter. 1994. Level of nutrition and age at weaning: effects on humoral immunity in young calves. Br. J. Nutr. 71:239-248.

Quigley, J.D., T.A. Wolfe, and T.H. Elsasser. 2006. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. J. Dairy Sci. 89:207-216.

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.

Richard A.L., L.D. Muller, and A.J. Heinrichs. 1988. Ad libitum or twice daily feeding of acidified milk replacer to calves housed individually in warm and cold environments. J. Dairy Sci. 71:2193-2202.

Stamey, J.A., N.A. Janovick Guretzky, and J.K. Drackley. 2005. Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. J. Dairy Sci. 88(Suppl. 1):254. (Abstr.)

Stamey, J.A., R.L. Wallace, K.R. Grinstead, D.R. Bremmer, and J.K. Drackley. 2006. Influence of plane of nutrition on growth of dairy calves. J. Dairy Sci. 89:1871. (Abstr.)

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

Tikofsky, J.N., M.E. Van Amburgh, and D.A. Ross. 2001. Effect of varying carbohydrate and fat content of milk replacer on body composition of Holstein bull calves. J. Anim. Sci. 79:2260-2267.

USDA. 2007. Dairy 2007, Part I: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. Fort Collins CO: USDA-APHIS-VS, CEAH.

Van Amburgh, M., and J. Drackley. 2005. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. Chapter 5 in Calf and Heifer Rearing. P.C. Garnsworthy, ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

Warnick, L.D., H.N. Erb, and M.E. White. 1997. The relationship of calfhood morbidity with survival after calving in 25 New York Holstein herds. Prev. Vet. Med. 31:263-273.

Williams, P.E.V., D. Day, A.M. Raven, and J.A. McLean. 1981. The effect of climatic housing and level of nutrition on the performance of calves. Anim. Prod. 32:133-141.

HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS PARA EL CONTROL DE LAS ALTERACIONES METABÓLICAS EN LAS VACAS EN TRANSICIÓN

JAMES K. DRACKLEY, PH.D.
DEPARTMENTO DE CIENCIAS ANIMALES
UNIVERSIDAD DE ILLINOIS EN URBANA-CHAMPAIGN, USA
e-mail: drackley@illinois.edu

INTRODUCCIÓN

Los problemas de salud relacionados con el balance energético negativo (BEN) alrededor y después del parto se asocian claramente al aumento de los gastos económicos, a la disminución de la productividad y a un menor rendimiento reproductivo en las vacas lecheras (Formigoni y Trevisi, 2003; Walsh et al., 2007b). La etiología de la mayoría de los trastornos de salud en el peri parto están directa o indirectamente asociados al BEN (Drackley et al., 2005). Cada vez resulta más evidente que la cetosis clínica y subclínica y el hígado grasos son factores subyacentes fundamentales en el desarrollo de los trastornos y enfermedades en el comienzo de la lactación (Duffield, 2000; Bobe et al., 2004). La hipocalcemia subclínica es un factor independiente de riesgo de enfermedad y también puede influir indirectamente en el riesgo de enfermedad ya que afecta al consumo de alimento y a la motilidad del tracto gastrointestinal (Goff, 2006). En consecuencia, para el uso en el campo, los mejores indicadores de seguimiento se centran en la valoración de enfermedad, en la mala adaptación al BEN y en la hipocalcemia.

INDICADORES DE PROBLEMAS METABÓLICOS: EL ANIMAL Y LOS DATOS DE GRANJA

El registro y el seguimiento de los casos de enfermedad es una parte importante de los programas de manejo de la salud. No obstante, los casos de enfermedad en la industria lechera a menudo son definidos de manera pobre e inconsistente y deberían ser estandarizados (Nordlund and Cook, 2004). Se publicó una descripción estándar de 8 enfermedades identificables en las vacas lecheras (Kelton et al. 1988), pero desgraciadamente la industria lechera norteamericana no se ha movido claramente hacia la adopción de la práctica de registros y de su descripción estandarizada. La tasa de incidencia de enfermedades se debe calcular como la proporción de nuevos casos por el número de vacas en riesgo, que en el caso de vacas en peri parto es el número de vacas que han parido en un cierto periodo de tiempo (Rapnicki et al. 2007). Dadas las dificultades en la definición de incidencias de enfermedad un buen indicador de salud en el total de la transición es la proporción de vacas que abandonan el rebaño en el comienzo de la lactación, por ejemplo 60 DEL (Nordlund y Cook, 2004). Las vacas que mueren son un problema de salud obvio, pero incluso las vacas que son baja durante este tiempo son más bien consecuencia de problemas de salud que de decisiones de manejo basadas en la producción de leche o en fallos reproductivos.

El control de la CC durante la última fase del secado y comienzo de lactación puede identificar las vacas que se encuentran en un BEN excesivo y prolongado. Las vacas con una CC elevada (4 o más en una escala de 5) tiene más probabilidad de desarrollar un BEN severo y una movilización excesiva de TAG del tejido adiposo tras el parto. Estas vacas presentan peor apetito y movilizan una gran cantidad de grasa corporal (Drackley et al., 2005). Las vacas que pierden una gran cantidad de condición corporal tienen una mayor probabilidad de sufrir posteriormente dificultades reproductivas (Markusfeld et al., 1997; Kim y Suh, 2003).

Estudios recientes han demostrado que la IMS y el comportamiento alimentario durante las dos semanas anteriores al parto tienen un gran valor predictivo de los problemas individuales de salud en las vacas (Urton et al., 2005; Hammon et al., 2006; Huzzey et al., 2007). En estos estudios, las vacas diagnosticadas con metritis clínica después del parto pasaban menos tiempo comiendo y tenían menor IMS antes del parto, cuando todavía la metritis no estaba presente. Aún no esta disponible comercialmente la tecnología para medir los valores de comportamiento de alimentación en grupo. En las granjas en las que es posible valorar las vacas individualmente se pueden identificar las vacas con apetito menos agresivo antes del parto que son las que tienen mayores probabilidades de desarrollar problemas de salud tras el parto.

La composición de la leche es otro indicador que podemos utilizar tras el parto. Durante la intensa movilización de ácidos grasos desde el tejido adiposo en y tras el parto, la glándula mamaria toma grandes cantidades de ácidos grasos no esterificados (AGNE) para incorporarlos como grasa en la leche. De esta forma, las concentraciones de grasa en la leche son mayores en el inicio de la lactación y también son más altos durante las cetósis (Andersson y Emanuelson, 1985; Miettinen y Setälä, 1993). Además, conforme el BEN se hace más acusado, puede disminuir la síntesis de proteína láctea por falta de energía y aminoácidos. Como resultado de estos cambios el aumento de la concentración de grasa o de la proporción grasa/proteína en las muestras de leche al inicio de la lactación con respecto al rebaño "normal", están muy relacionadas con los problemas de cetósis y el BEN. El porcentaje de grasa en leche se ha relacionado positivamente con el intervalo parto/gestación, mientras que el porcentaje de proteína esta negativamente relacionado con los intervalos parto/1ª inseminación y parto/gestación (Miettinen and Setälä, 1993). No obstante estas correlaciones no son muy fuertes por lo que son indicadores menos deseables para su uso en el campo.

INDICADORES BIOQUÍMICOS DE PROBLEMAS METABÓLICOS

Los mejores indicadores del BEN y de cómo las vacas se van adaptando al BEN, son los AGNE y el β-hidroxi butirato (BHB) en sangre (Oetzel, 2004). La elevadas concentraciones de AGNE (>0.4 mM o 400 μM) durante la semana anterior al parto previsto pueden indicar problemas con factores de estrés ambiental y con la disminución del consumo de materia seca (IMS), que predisponen a las vacas a padecer problemas y enfermedades alrededor del parto. Hay estudios que demuestran que niveles altos de AGNE previos al parto están asociados a un riesgo mayor de retención de placenta (Kaneene et al., 1997), de desplazamiento de abomaso (Cameron et al., 1998; LeBlanc et al., 2005), de cetósis (Drackley et al., 1992; Herdt, 2000; Oetzel, 2004), y de metritis (Kaneene et al., 1997; Hammon et al., 2006). Los AGNE altos (>0.7 mM or 700 μM) una semana antes del parto se encuentran asociados a una reducción de la fertilidad (Burkhart et al., 2005). Las concentraciones de AGNE elevadas en las dos semanas anteriores al parto se asocian a un riesgo 2 veces mayor para causar baja en los primeros 60 días de lactación (Duffield et al., 2005).

La medición del BHB, el cuerpo cetónico más estable en sangre es el "criterio de oro" para el diagnóstico de la cetósis. La cetósis subclínica se define cuando las concentraciones de BHB superan los 1.4 mM; ocasionalmente se utiliza 1.2 mM como umbral o punto de corte pero la interpretación no varia sustancialmente (Duffield, 2000; Oetzel, 2004). La cetósis subclínica en las dos primeras semanas pos parto se ha asociado con un riesgo 4 a 8 veces mayor de desplazamiento de abomaso (Duffield, 2000). Las Vacas que presentan cetósis subclínica en la primera semana pos parto tienen menos probabilidades de quedar gestantes en la primera inseminación (Walsh et al., 2007a, b). La cetósis subclínica en las dos primeras semanas tras el parto también ha sido asociada a una mayor duración y severidad de las mamitis (Suriyasathaporn et al., 2000).

A medida que aumenta la concentración de BHB en sangre durante cetósis también aumentan la concentración de otros cuerpos cetónicos (acetoacetato y acetona), así como también el producto de decarboxilación del BHB, isopropanol (Andersson, 1984). La concentración de cuerpos cetónicos en orina y en leche también aumenta, lo que hace posible medir cualitativamente el BHB, el acetoacetato o la acetona en leche o en orina. En una comparación reciente del polvo para medir acetoacetato en leche con las tiras reactivas para medir el BHB en la leche y con las tiras reactivas de orina para acetoacetato se encontró que el polvo para la leche tenia la menor sensibilidad y las tiras reactivas para leche y orina demostraron una sensibilidad y especificidad muy similares (Carrier et al., 2004). El uso de las tiras reactivas en orina o en leche es adecuado para el control en granja de la cetosis si se usa de manera rutinaria y constante realizando la lectura de las muestras en el mismo momento que se humedecen las tiras (5 s. aproximadamente). La Medición de BHB antes del parto es de poca utilidad porque las concentraciones rara vez comienzan a aumentar sensiblemente hasta el parto. Sin embargo, la medición de BHB durante las dos primeras semanas después del parto es el mejor indicador de mala adaptación al BEN.

Las muestras de sangre para la determinación de los AGNE y BHB se deben tomar de la vena de la cola o de la vena yugular y no de las venas mamarias. Tanto el suero como el plasma son válidos para la medición de las concentraciones de AGNE y la heparina o el EDTA son anticoagulantes aceptables (datos no publicados). Para el diagnóstico a nivel de rebaño, se deben incluir en la muestra unas 12 vacas de la población en riesgo (para los AGNE, vacas entre 3 a 14 d antes del parto; para el BHB, vacas entre 3 a 21 días posparto) (Oetzel, 2004).

La determinación por biopsia con una pequeña aguja del contenido de TAG en el hígado es un indicador útil y exacto del grado de alteración metabólica al que se enfrentan las vacas a nivel individual (Jorritsma et al., 2001). Las biopsias obtenidas entre 8 y 14 días después del parto son las más útiles para clasificar las vacas. Se puede estimar el contenido lipídico del hígado microscópicamente como el volumen de hepatocitos ocupado por lípidos o químicamente por la concentración de TAG (Tabla 1). Las concentraciones de TAG <50 mg / g, y 50 a <100 mg / g se clasifican como engrasamientos leve y moderado del hígado respectivamente, mientras que se considera grasamiento grave del hígado por encima de los 100 mg TAG / g de hígado (Gaal et al., 1983). El engrasamiento severo del hígado es probablemente

la única forma que es clínicamente relevante (Gerloff et al., 1986), aunque el hígado graso moderado también se asocia a una mayor incidencia de enfermedades y alteraciones en la reproducción (Rukkwamsuk et al., 1999; Jorritsma et al., 2000). La medición del glucógeno hepático además del aumento de TAG incrementa la utilidad de la información ya que las concentraciones de TAG y glucógeno varían inversamente en el principio del periodo posparto (Drackley et al., 2005). No obstante, la biopsia hepática es un proceso invasivo que lleva su tiempo y la determinación analítica de los TAG y del glucógeno no es una prueba que se adapte a los test rápidos.

Tabla 1. Clasificacion de higado graso por su concentración de triacilglicerol (TAG) o por el volumen celular ocupado por grasa

Categoria	TAG (mg/g higado húmedo)	Proporción de volumen de grasa
Normal sano	<10	<0.05
Hígado graso leve	10 – 50	0.05 - 0.20
Hígado graso moderado	50 - 100	0.20 - 0.40
Hígado graso severo	>100	>0.40

Adaptado de Gaal et al., 1983

Podemos clasificar las hipocalcemias como subclínicas (Ca sérico entre 8 y 5.5 mg/dL) o clínicas. Mientras la incidencia de la hipocalcemia clínica o fiebre de la leche es baja, la hipocalcemia subclínica es más prevalente e insidiosa. La hipocalcemia subclínica se asocia se aosica a la función disminuida de la musculatura lisa que se manifiesta con una motilidad del rumen y abomaso menor (lo que favorece el riesgo de desplazamiento de abomaso) y la disminución de la contracción del esfínter del pezón aumentando el riesgo de mamitis (Goff, 2007). El descenso de consumo de material seca (lo que aumenta el riesgo de cetósis) y la disminución de la función inmune celular también son consecuencias de la hipocalcemia (Kimura et al., 2006). Estos amplios efectos de la hipocalcemia y la menor funcionalidad de la musculatura lisa del útero hacen que el rendimiento reproductivo también se vea afectado.

La hipocalcemia se valora normalmente por la toma de muestras de sangre en las primeras 24h posparto cuando el calcio sérico se encuentra en su punto más bajo. La hipocalcemia puede persistir durante los primeros días tras el parto, lo que puede ralentizar el inicio de la lactación y a aumentar la incidencia de problemas secundarios de salud.

Entre las hormonas, la concentración de IGF-1 es el indicador diagnóstico más prometedor (Jorritsma et al., 2003). La secreción de IGF-1 no es pulsátil por lo que las concentraciones son bastante estables durante todo el día. Las concentraciones de IGF-1 disminuyen según la vaca avanza a un mayor BEN y no comienza a aumentar tan rápidamente en aquellas vacas que permanecen en BEN bajo (Grum et al., 1996; Yung et al., 1996). Hay estudios que demuestran un papel claro del IGF-1 en la regulación de la función ovárica (Spicer y Echternkamp, 1995; Lucy, 2000).

Las proteínas de fase aguda, inducidas (o suprimidas) durante los procesos inflamatorios pueden ser de utilidad en el diagnóstico de problemas metabólicos (Calamari et al., 1994; Cairoli et al., 2006). La haptoglobina es un buen indicador de enfermedad inflamatoria (Crawford et al., 2005). El periodo de transición se ha asociado con alteraciones de los indicadores metabólicos de inflamación (Calamari et al., 1994; Ametaj et al., 2005), y el grado la respuesta inflamatoria puede estar relacionado tanto con lo problemas de salud como con el éxito reproductivo (Bertoni et al., 1998). Recientemente se ha propuesto la paraoxanasa, otra proteina positiva de fase aguda como potencial indicador de salud y condiciones inflamatorias (Bionaz et al., 2007). Una combinación o grupo de indicadores metabólicos, que establecen un perfil, puede tener mayor utilidad pero también encarece el coste del diagnóstico (Herdt, 2000).

Así también otros compuestos en sangre tal como los reactantes de fase aguda y ciertas enzimas pueden ser útiles, sobre todo en paneles o perfiles bioquímicos, pero resultan demasiado caros para su uso en chequeos rutinarios.

UTILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LOS INDICADORES DIAGNÓSTICOS

El objetivo del uso de los indicadores es identificar vacas en riesgo para así corregir problemas subyacentes. En estos casos se deben utilizar indicadores de las alteraciones metabólicas durante el periodo del posparto para disminuir los problemas con enfermedades o trastornos clínicos y subclínicos y para minimizar sus efectos negativos en la reproducción. Por lo tanto, cuando los indicadores revelan un problema en un rebaño se deben identificar y corregir, en la medida de lo posible, las causas subyacentes.

La nutrición es de una importancia vital para el éxito de la transición. A lo largo de los últimos 20 años ha sido una práctica muy común aumentar la densidad energética de las raciones de pre parto añadiendo granos de cereal. Las investigaciones preponderantes que han examinado los beneficios de estas raciones en la disminución de enfermedades

y en mejorar el rendimiento en el posparto han demostrado que su efecto es bastante pequeño. Investigaciones más recientes sugieren que el mejor método es alimentar con un suministro constante de nutrientes y en cantidad igual a las necesidades durante todo el periodo de secado (e.g., Holcomb et al., 2001; Agenäs et al., 2003; Dann et al., 2006; Janovick Guretzky et al., 2006). Cuando el silo de maíz es el forraje principal se debe diluir con alimentos de menor energía como pueden ser las pajas de cereal y los henos de hierba. La "sobre condición" es el factor principal de riesgo de enfermedad y mal rendimiento reproductivo ya que estas vacas tiene menos apetito y una gran movilización de grasa corporal (Drackley et al., 2005). Sin embargo, nuestras investigaciones más recientes sugieren que incluso la sobre alimentación con respecto a nutrientes durante el periodo seco predispone a las vacas a problemas de salud aunque las vacas no aparenten sobre condición (Dann et al., 2006; Douglas et al., 2006; Janovick Guretzky et al., 2006). Las estrategias en las que podemos limitar la ingestión de energía incluyen la alimentación limitada (Kunz et al., 1985; Holcomb et al., 2001; Douglas et al., 2006; Winkleman et al., 2007) y el aumento de los forrajes voluminosos en la dieta (como la paja de cereal) (Dann et al., 2006; Janovick Guretzky et al., 2006). Las dietas bajas en almidones y altas en FND limitaran la ingestión total de energía a la vez que permiten a las vacas consumir alimento a libre disposición. El procesamiento (corte) adecuado de la paja o de otros forrajes voluminosos resulta esencial para prevenir que las vacas separen o escojan (Drackley and Janovick Guretzky, 2007).

Algunos aditivos también pueden ser ayudar a las vacas en las situaciones problemáticas. Entre estos destaca la colina protegida (by pass), que ha demostrado ser eficaz en la reducción de la acumulación de grasas en el hígado (Piepenbrink y Overton, 2003) y en aumentar la producción de leche (Pinotti et al., 2003), particularmente en las vacas con sobre condición (Zahra et al., 2006). Y el agua, el nutriente más importante y abundante, , también puede limitar el éxito de la transición si no se encuentra con total disponibilidad o si los bebederos se encuentran contaminados.

Un gran número de factores de manejo no nutricionales son de vital importancia para el éxito de la transición y pueden provocar problemas metabólicos. Los factores ambientales tales como el estrés por calor ocasionan diversos problemas de salud. También en las dos últimas décadas surgió la importancia del área general denominada "bienestar de la vaca". El tipo de sistema utilizado (plaza fija individual versus estabulación libre o cubículos; pastoreo versus confinamiento), puede afectar o puede interactuar con la nutrición para determinar el éxito de la transición (Cook y Nordlund, 2004). Entre los diferentes tipos de sistemas, la calidad de las instalaciones y su manejo establecen grandes diferencias en los ensayos realizados y entre granjas con diferentes tipos de programas establecidos (Grant y Albright, 1995). En estos últimos años se han desarrollado un gran numero de estudios sobre comportamiento y su interacción con los programas de alimentación (Endres et al., 2005), el espacio de comedero (DeVries et al., 2004), el diseño y tamaño de cubículo (Tucker et al., 2003, 2004); la superficie del suelo (Tucker et al., 2006), el material de encamado (Cook et al., 2004; Fregonesi et al., 2007), el tamaño de los lote (Grant y Albright, 2001), y los movimientos entre lotes demasiado frecuentes o de 3 a 9 días antes del parto (Cook y Nordlund, 2004). Las cojeras son un factor importante que puede agravarse durante el periodo de transición y contribuir a los problemas metabólicos y a la mala fertilidad (Cook y Nordlund, 2007). En conjunto, estos datos indican que los aspectos no nutricionales del periodo de secado y el manejo en el periodo de transición pueden ser más importantes que la cantidad o composición de la ración para la determinación del éxito de la transición y sus efectos posteriores en la reproducción.

BIBLIOGRAFIA

Agenäs, S., E. Burstedt, and K. Holtenius. 2003. Effects of feeding intensity during the dry period. 1. Feed intake, bodyweight, and milk production. J. Dairy Sci. 86:870-882.

Ametaj, B. N., B. J. Bradford, B. Bobe, R. A. Nafikov, Y. Lu, J. W. Young, and D. C. Beitz. 2005. Strong relationships between mediators of the acute phase response and fatty liver in dairy cows. Can. J. Anim. Sci. 85:165-175.

Andersson, L. 1984. Concentration of blood and milk ketone bodies, blood isopropanol and plasma glucose in dairy cows in relation to the degree of hyperketonemia and clinical signs. Zentralbl. Veterinaermed., Reihe A, 31:683-693.

Andersson, L., and U. Emanuelson. 1984. An epidemiological study of hyperketonemia in Swedish dairy cows: determinants and the relation to fertility. Prev. Vet. Med. 3:449-462.

Bertoni, G. E. Trevisi, L. Calamari, and R. Lombardelli. 1998. Additional energy and protein supplementation of dairy cows in early lactation: Milk yield, metabolic-endocrine status and reproductive performances. Zootec. Nutr. Anim. 24:17-29.

Bionaz, M., E. Trevisi, L. Calamari, F. Librandi, A. Ferrari, and G. Bertoni. 2007. Plasma paraoxonase, health, inflammatory conditions, and liver function in transition dairy cows. J. Dairy Sci. 90:1740-1750.

Bobe, G., J. W. Young, and D. C. Beitz. 2004. Pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. J. Dairy Sci. 87:3105-3124.

Burkhart, M., R. Youngquist, J. Spain, J. Sampson, J. Bader, R. Vogel, W. Lamberson, and A. Garverick. 2005. NEFE and glucose levels in serum of periparturient dairy cows are indicative of pregnancy success at first service. J. Dairy Sci. 88(Suppl. 1):299. (Abstr.)

Cairoli, F., M. Battocchio, M. C. Veronesi, D. Brambilla, F. Conserva, I. Eberini, R. Wait, and E. Gianazza. 2006. Serum protein pattern during cow pregnancy: Acute-phase proteins increase in the peripartum period. Electrophoresis 27:1617-1625.

Calamari, L., M. G. Maianti, C. Carasi, and G. Bertoni. 1994. Lo stato di fase acuta ed l riflessi sulla funzionalita epatica. Pages 1215-1218 in Proc. XVIII World Buiatrics Congress, Vol. II, Bologna, Italy. Editografica, Bologna.

Carrier, J., S. Stewart, S. Godden, J. Fetrow, and P. Rapnicki. 2004. Evaluation and use of three cowside tests for detection of subclinical ketosis in early postpartum cows. J. Dairy Sci. 87:3725-3735.

Cook, N. B., and K. V. Nordlund. 2004. Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Prac. 20:495-520.

Cook, N. B. and K. V. Nordlund. 2007. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. Vet. J. Nov. 5 (Epub ahead of print).

Cook, N. B., T. B. Bennett, and K. V. Nordlund. 2004. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. J. Dairy Sci. 87:2912-2922.

Crawford, R. G., K. E. Leslie, R. Bagg, C. P. Dick, and T. F. Duffield. 2005. The impact of controlled release capsules of monensin on postcalving haptoglobin concentrations in dairy cattle. Can. J. Vet. Res. 69:208-214.

Dann, H. M., N. B. Litherland, J. P. Underwood, M. Bionaz, A. D'Angelo, J. W. McFadden, and J. K. Drackley. 2006. Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. J. Dairy Sci. 89:3563-3577.

DeVries, T. J., M. A. von Keyserlingk, and D. M. Weary. 2004. Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 87:1432-1438.

Douglas, G. N, T. R. Overton, H. G. Bateman, II, H. M. Dann, and J. K. Drackley. 2006. Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in Holstein cows. J. Dairy Sci. 89:2141-2157.

Drackley, J. K., D. C. Beitz, M. J. Richard, and J. W. Young. 1992. Metabolic changes in dairy cows with ketonemia in response to feed restriction and dietary 1,3-butanediol. J. Dairy Sci. 75:1622-1634.

Drackley, J. K., H. M. Dann, G. N. Douglas, N. A. Janovick Guretzky, N. B. Litherland, J. P. Underwood, and J. J. Loor. 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. Ital. J. Anim. Sci. 4:323-344.

Drackley, J. K., and N. A. Janovick Guretzky. 2007. Controlled energy diets for dry cows. Pages 7-16 in Proc. 8th Western Dairy Mgt. Conf., Reno, NV. Oregon St. Univ., Corvallis.

Duffield, T. 2000. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Prac. 16:231-253.

Duffield, T. F., S. J. LeBlanc, and K. E. Leslie. 2005. Impact of subclinical disease on risk of early lactation culling. J. Dairy Sci. 88(Suppl. 1):199. (Abstr.)

Endres, M. I., T. J. DeVries, M. A. von Keyserlingk, and D. M. Weary. 2005. Short communication: Effect of feed barrier design on the behavior of loose-housed lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 88:2377-2380.

Formigoni, A., and E. Trevisi. 2003. Transition cow: interaction with fertility. Vet. Res. Commun. 27(Suppl.):143-153.

Fregonesi, J. A., D. M. Veira, M. A. von Keyserlingk, and D. M. Weary. 2007. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. J. Dairy Sci. 90:5468-5472.

Gaal, T., I. M. Reid, R. A. Collins, C. J. Roberts, and B. V. Pike. 1983. Comparison of biochemical and histological methods of estimating fat content of liver of dairy cows. Res. Vet. Sci. 34:245-248.

Gerloff, B. J., T. H. Herdt, and R. S. Emery. 1986. Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc. 188:845-850.

Goff, J. P. 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. J. Dairy Sci. 89:1292-1301.

Goff, J. P. 2007. Managing cows to meet the mineral challenges of the transition period. Pages 79-89 in Proc. Eighth Annu. Fall Dairy Conf., Cornell Univ., Ithaca, NY.

Grant, R. J., and J. L. Albright. 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. J. Dairy Sci. 84(Electronic supplement):E156-E166.

Grum, D. E., J. K. Drackley, R. S. Younker, D. W. LaCount, and J. J. Veenhuizen. 1996. Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 79:1850-1864.

Hammon, D. S., I. M. Evjen, T. R. Dhiman, J. P. Goff, and J. L. Walters. 2006. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. Vet. Immunol. Immunopathol. 113:21-29.

Herdt, T. H. 2000. Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional metabolic profile testing. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Prac. 16:387-403.

Holcomb, C. S., H. H. Van Horn, H. H. Head, M. B. Hall, and C. J. Wilcox. 2001. Effects of prepartum dry matter intake and forage percentage on postpartum performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 84:2051-2058.

Huzzey, J. M., D. M. Veira, D. M. Weary, and M. A. von Keyserlingk. 2007. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. J. Dairy Sci. 90:3220-3233.

Janovick Guretzky, N. A., N. B. Litherland, K. M. Moyes, and J. K. Drackley. 2006. Prepartum energy intake affects health and lactational performance in primiparous and multiparous Holstein cows. J. Dairy Sci. 89(Suppl. 1):267. (Abstr.)

Jorritsma, R., H. Jorritsma, Y. K. Schukken, and G. H. Wentink. 2000. Relationships between fatty liver and fertility and some periparturient diseases in commercial Dutch dairy herds. Theriogenology 54:1065-1074.

Jorritsma, R., H. Jorritsma, Y. K. Schukken, P. C. Bartlett, Th. Wensing, and G. H. Wentink. 2001. Prevalence and indicators of post partum fatty infiltration of the liver in nine commercial dairy herds in The Netherlands. Livestock Prod. Sci. 68:53-60.

Jorritsma, R., T. Wensing, T.A.M. Kruip, P.L.A.M. Vos, and J.P.T.M. Noordhuizen. 2003. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. Vet. Res. 34:11-26.

Kaneene, J. B., R. Miller, T. H. Herdt, and J. C. Gardiner. 1997. The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows. Prev. Vet. Med. 31:59-72.

Kelton, D. F., K. D. Lissemore, and R. E. Martin. 1998. Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. J. Dairy Sci. 81:2502:2509.

Kim, I. H., and G. H. Suh. 2003. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. Theriogenology 60:1445-1456.

Kimura, K., T. A. Reinhardt, and J. P. Goff. 2006. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. J. Dairy Sci. 89:2588-2595.

Kunz, P. L., J. W. Blum, I. C. Hart, J. Bickel, and J. Landis. 1985. Effects of different energy intakes before and after calving on food intake, performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. Anim. Prod. 40:219-231.

LeBlanc, S. J., K. E. Leslie, and T. F. Duffield. 2005. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. J. Dairy Sci. 88:159-170.

Lucy, M. C. 2000. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. J. Dairy Sci. 83:1635-1647.

Markusfeld, O., N. Galon, and E. Ezra. 1997. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. Vet. Rec. 141:67-72.

Miettinen, P.V.A., and J. J. Setälä. 1993. Relationships between subclinical ketosis, milk production and fertility in Finnish dairy cattle. Prev. Vet. Med. 17:1-8.

Nordlund, K. V., and N. B. Cook. 2004. Using herd records to monitor transition cow survival, productivity, and health. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Prac. 20:627-649.

Oetzel, G. R. 2004. Monitoring and testing dairy herds for metabolic diseases. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Prac. 20:651-674.

Piepenbrink, M. S., and T. R. Overton. 2003. Liver metabolism and production of cows fed increasing amounts of rumen-

protected choline during the periparturient period. J. Dairy Sci. 86:1722-1733.

Pinotti, L., A. Baldi,I. Politis, R. Rebucci, L. Sangalli, and V. Dell'Orto. 2003. Rumen-protected choline administration to transition cows: Effects on milk production and vitamin E status. J. Vet. Med. A 50:18-21.

Rapnicki, P., S. C. Stewart, and S. W. Eicker. 2007. Ketosis prevention and diagnosis. Pages 9-14 in Proc. Eighth Annu. Fall Dairy Conf., Cornell Univ., Ithaca, NY.

Rukkwamsuk, T., T. Wensing, and T.A.M. Kruip. 1999. Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in postpartum dairy cows. Theriogenology 51:1133-1142.

Spicer, L. J., and S. E. Echternkamp. 1995. The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. Domest. Anim. Endocrinol. 12:223-245.

Suriyasathaporn, W., C. Heur, E. N. Nordhuizen-Stassen, and Y. H. Schukken. 2000. Hyperketonemia and udder defense: a review. Vet. Res. 31:397-412.

Tucker, C. B., D. M. Weary, and D. Fraser. 2003. Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. J. Dairy Sci. 86:521-529.

Tucker, C. B., D. M. Weary, and D. Fraser. 2004. Free-stall dimensions: effects on preference and stall usage. J. Dairy Sci. 87:1208-1216.

Tucker, C. B., D. M. Weary, A. M. de Passillé, B. Campbell, and J. Rushen. 2006. Flooring in front of the feed bunk affects feeding behavior and use of freestalls by dairy cows. J. Dairy Sci. 89:2065-2071.

Urton, G., M. A. von Keyserlingk, and D. M. Weary. 2005. Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. J. Dairy Sci. 88:2843-2849.

Walsh, R. B., D. F. Kelton, T. F. Duffield, K. E. Leslie, J. S. Walton, and S. J. LeBlanc. 2007a. Prevalence and risk factors for postpartum anovulatory condition in dairy cows. J. Dairy Sci. 90:315-324.

Walsh, R. B., J. S. Walton, D. F. Kelton, S. J. LeBlanc, K. E. Leslie, and T. F. Duffield. 2007b. The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. J. Dairy Sci. 90:2788-2796.

Winkleman, L. A., T. H. Elsasser, and C. K. Reynolds. 2008. Limit-feeding a high-energy diet to meet energy requirements in the dry period alters plasma metabolite concentrations but does not affect intake or milk production in early lactation. J. Dairy Sci. 91:1067-1079.

Yung, M. C., M. J. VandeHaar, R. L. Fogwell, and B. K. Sharma. 1996. Effect of energy balance and somatotropin on insulin-like growth factor I in serum and on weight and progesterone of corpus luteum in heifers. J. Anim. Sci. 74:2239-2244.

Zahra, L. C., T. F. Duffield, K. E. Leslie, T. R. Overton, D. Putnam, and S. J. LeBlanc. 2006. Effects of rumen-protected choline and monensin on milk production and metabolism of periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 89:4808-4818.

NUEVOS AVANCES EN ANESTESIA EN GANADO DE LIDIA

FRANCISCO JAVIER BLANCO MURCIA
JEFE DE SERVICIO DE RUMIANTES DE HOSPITAL CLÍNICO VETERINARIO. U.C.M . MADRID
JAVIER BLANCO Y ASOCIADOS SERVICIOS VETERINARIOS S.L.

Las particularidades de la clínica del ganado de lidia, similares a las de otras razas autóctonas 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 toro bravo, han evolucionado mucho en los últimos años.

Durante tiempo, para la inmovilización farmacológica del ganado bravo, se ha utilizado una combinación neuroleptoanalgesica, a base de etorfina, analgésico opiáceo de síntesis muy potente, y acepromacina, tranquilizante fenotiacínico que produce una rápida inmovilización del toro. Las ventajas se resumen en el potente efecto de la mezcla en bajos volúmenes y en la posibilidad de antagonizar y revertir la anestesia (diprenorfina).

El plano anestésico que se produce es poco profundo y la recuperación puede ser muy tempestuosa, con episodios de excitación. Un inconveniente de mayor importancia todavía es la toxicidad para el hombre (una dosis mínima es letal). Esta combinación, que se conoce comercialmente como *Large Animal Immobilon*, ha sido retirada, por parte de la agencia española del medicamento, en agosto del 2005, siendo un medicamento que no cuenta con la autorización sanitaria correspondiente, ni la empresa comercializadora está autorizada como laboratorio farmacéutico por la citada Agencia.

La ausencia del único fármaco utilizado, hace que se hayan buscado alternativas anestésicas que describiremos a continuación.

Alternativamente varias combinaciones de contención química se han empleado en el ganado bovino, incluyendo la combinación comercial de tiletamina y zolazepam (Zoletil en Europa), o ketamina combinada con un sedante alfa-2 como la xilazina (Waterman, 1981; Lin et al. , 1991; Thurmon et al., 1989).

Sin embargo, son necesarios volúmenes relativamente altos de estas combinaciones de fármacos. Recientemente, un estudio preliminar describe el uso de una combinación de tiletamina-zolazepam, ketamina y un agonista alfa-2 para la inmovilización de ganado salvaje y el bisonte. La combinación de drogas se caracterizó por un inicio rápido y una adecuada profundidad de la anestesia (Hoyer et al., 2003; Hofkes et al., 2005). Sin embargo, no hay estudios controlados que se hayan realizado en los rumiantes para probar la eficacia de tales combinaciones y determinar sus posibles efectos secundarios.

INMOVILIZACIÓN FARMACOLÓGICA

Reduce la agresividad y la ansiedad-estrés y la mayoría de las veces es necesario la aplicación por vía intramuscular y en volúmenes muy pequeños en forma directa o utilizando medios de teleaplicación:

1. Directamente en cajón o manga de manejo.
2. Mediante una jeringa-garrocha.
3. A distancia aplicando dardos con el fármaco.

Aplicación de dardos:

Cerbatanas: baratas, no necesitan permiso de armas, pero tienen un alcance limitado: 15-20 m

Rifles: alcance mayor debe ajustarse el cartucho a la distancia de tiro y se necesita permiso de arma.

Los dardos se aplican sobre la masa muscular (p.e. muslo) y el efecto del fármaco es variable dependiendo de su absorción (p.e. grasa, fascias, etc.).

ANIMAL EN DECUBITO O ANIMAL EN PIE

La elección de los fármacos, está relacionada con la necesidad o no de derribar al animal, muchas veces en ganado bravo la ausencia de instalaciones o la gravedad del proceso determina la necesidad de usar métodos farmacológicos de contención-anestesia.

- Los métodos de tranquilización y anestesia dependen de la posición del animal y del procedimiento quirúrgico o exploratorio que se desee realizar
- En rumiantes la tendencia es a trabajar con el animal en pie y para ello las ganaderías de toro de lidia cuentan con instalaciones especiales para el manejo de estos animales que permiten el trabajo en pie combinando sedantes y técnicas de anestesia local

INMOVILIZACIÓN FARMACOLÓGICA + ANESTESIA LOCO-REGIONAL

Es la técnica de elección en la mayoría de los casos. Combina: un tranquilizante α2 y algún tipo de anestesia loco-regional.

El animal permanece en la estación y permite realizar gran número de procedimientos quirúrgicos.

Los **Tranquilizantes** más empleados son los agonistas de los receptores α2: Xilacina, Detomidina, Romifidina, Medetomidina.

Ventajas

- Volumen reducido: Las dosis empleadas en rumiantes son aproximadamente 1/10 de las empleadas en otras especies domésticas.
- Potente efecto sedante
- Efecto analgésico
- Combinados con anestésicos producen una anestesia segura y efectiva
- Antagonizables

Desventajas de los agonistas de los receptores α2:

- Depresión cardiovascular potente caracterizada por una bradicardia acentuada y bloqueo de primero y segundo grado.
- Otros efectos: Psialorrea: mantener la base de la cabeza ligeramente elevada.

ANALGESIA INTRA Y POST-OPERATORIA

- Los agentes sedantes y/o anestésicos:
- α2, opiáceos, ketamina y tiletamina
- Anestesia local y regional: infiltraciones, de conducción (epidural):
- Lidocaina con epinefrina (Xilocaína®)
- AINES (Antiinflamatorios no esteroideos):

ANALGESIA LOCAL Y REGIONAL

Se realizan con fármacos como la lidocaina al 2% con epinefrina (Xilocaína®) y se puede utilizar por infiltración cerca de los bordes de la herida. ¡Nunca en heridas inflamadas e infectadas! o aplicadas según técnicas de anestesia locoregional:

BLOQUEO POR INFILTRACION DE LINEA DE INCISION

- Método sencillo utilizado para conseguir anestesia del flanco.
- Inyección subcutánea de 10-20 ml de anestésico local por punto en la zona de incisión, seguida de una infiltración profunda de peritoneo y músculo.
- Inconvenientes: se producen edemas y hematomas y se retrasa la cicatrización

BLOQUEO EN L INVERTIDA

- Analgesia regional no especifica, infiltrando anestésico local en los tejidos que rodean el borde dorso-caudal de la ultima costilla y la superficie ventrolateral de las apófisis transversas lumbares
- Primero se infiltran los tejidos superficiales y después los mas profundos

BLOQUEO PARAVERTEBRAL

- Anestesia paravertebral proximal:
- Bloqueo de las ramas dorsal y ventral del ultimó nervio torácico T13 y L1-L2 a su salida del agujero intervertebral

ANESTESIA EPIDURAL

- Administración de anestésico local o combinación de fármacos en el espacio epidural.
- Puede realizarse en el espacio sacrococcígeo o entre las dos primeras vértebras coccígeas
- Permite realizar procedimientos médicos y quirúrgicos como partos, sutura de desgarros rectovaginales, vaginoplastias y combinado con tranquilizantes y opiaceos, gran numero de cirugías.
- La dosis de lidocaina al 2% es de 1ml/100kg de peso vivo (2mg/kpv)
- Duración del efecto 90 minutos, conseguimos analgesia que se extiende cranealmente desde la línea media del sacro y ventralmente hasta la región perineal, una técnica adecuada debería desensibilizar las vísceras pelvianas y paralizar la cola.
- Administración de alfa 2 como la detomidina, consiguen prolongar la analgesia más de tres horas y además dependiendo de la dosis conseguimos efectos centrales sobre el animal como la tranquilización y la relajación
- Combinaciones de 0.5-1 ml de detomidina junto con 5-6 ml de lidocaina son eficaces para un animal de 600kg esta combinacion permite realizar cirugías de casi cualquier tipo, con los animales en pie,
- En la actualidad se trabaja con combinaciones de opiáceos-anestésicos locales y α2. (detomidina, butorfanol o morfina, lidocaina)

ANESTÉSICOS:

Cuando es necesaria la anestesia en ganado bravo, los métodos deben ser muy seguros y eficaces, de efectos predecibles, a continuación definimos los productos normalmente utilizados para la anestesiad el toro bravo habitualmente en combinación.

Ketamina

- Ketolar ®, Imalgene®.
- Asociado a un agonista α2.
- Dosis: 2 mg/kg.(si se utiliza solo, no recomendado)
- Anestesia de 20-30 minutos de duración.
- Dosis sucesivas del 50% de la inicial.
- El tranquilizante es antagonizable revirtiéndose la anestesia.

Tiletamina

- Zoletil® 10, 50, 100
- Asociado a una benzodiacepina (zolacepam) a partes iguales. Liofilizado.
- Dosis: 4 mg/kg IV. (si se utiliza solo, no recomendado)
- Anestesia de 20-30 minutos de duración.
- Dosis sucesivas del 50% de la inicial.
- Muy empleado en rumiantes salvajes.

Etorfina <u>prohibidos su uso, tenencia y comercialización</u>

- Immobilon L.A.® (Etorfina+Acepromacina =2,5+10 mg/ml)
- Opiáceo muy potente asociado a una fenotiacina. Se añade un agonista α2.
- mala relajación muscular.
- Muy toxico para el hombre
- Dosis: 12 mg/kg = 5-7,5 mg, 2-3 ml.
- Anestesia de 40-60 minutos de duración.
- El opiáceo es antagonizable revirtiéndose la anestesia: Diprenorfina (Revivon®).
- RETIRADO DEL MERCADO EN 2005

ACTUALIZACION EN ANESTESIA DEL GANADO BRAVO: NUEVO PROTOCOLO ANESTESICO

MODELO ANESTESICO

El siguiente protocolo anestésico ha sido desarrollado por un equipo investigador de la Facultad de Veterinaria de Madrd U.C.M

Las combinaciones anestésicas, donde obtenemos los beneficios de cada producto, pero minimizando sus efectos adversos, es hoy en día una práctica habitual.

La combinación de fármacos, α2, ketamina y zolazepam-tiletamina permiten una anestesia segura, como demuestran pruebas de campo en distintas ganaderías y modelos experimentales con un numero significativo de animales

La asociación de los cuatro productos permite utilizando volúmenes muy reducidos conseguir un plano anestésico del animal muy profundo y seguro, utilizando el efecto sinérgico de los cuatro componentes

Esta particularidad es importante, debido a la necesidad de aplicar el anestésico por vía intramuscular y utilizando a veces dardos con capacidad de no mas de 5 ml.

COMBINACIÓN ANESTESICA, FENCICLIDINAS-DETOMIDINA

- Zolazepam-tiletamina 250 mg y 250 mg
- Ketamina 500 mg
- Detomidina 40 mg

Dosis	Ketamina (mg/kg)	Tiletamina + Zolazepam (mg/kg)	Detomidina (mg/kg)	Volume (ml/100 kg)
Baja	0.62	0.62	0.04	1.0
Media	0.81	0.81	0.05	1.3
Alta	0.93	0.93	0.06	1.5

La solución final contiene 55,5 mg/ml de ketamina y Zolazepam-tiletamina y 4.4 mg/ml de detomidina.

Después de la aplicación por vía intramuscular profunda la caída del animal se produce muy rápidamente aproximadamente, entre 2 y 10 minutos (6±2 min en pruebas realizadas en seis terneros frisones).

Una vez en el suelo, el toro no debe ser estimulado hasta que se encuentre en decúbito lateral o con la cabeza totalmente postrada en el suelo

Los animales no pierden la capacidad de reacción ni la visión hasta que el efecto anestésico sea completo; es muy peligroso intentar manipular los animales antes de su completo plano anestésico.

Los animales comienzan a moverse a los 35-40 minutos, pero sin presentar riesgo de levantarse , pues siempre deben estar perfectamente inmovilizados con cuerdas para evitar accidentes.

En comparación con el efecto de la asociación etorfina-fenotiacina, el animal permanece totalmente inconsciente, en un plano anestésico mas profundo, y con una optima relajación muscular, disminuyendo la frecuencia cardiaca y respiratoria, siendo esta mas superficial.

La duración de la anestesia además , depende del umbral de dolor, realizando técnicas de anestesia locoregional para potenciar la analgesia, la duración de la anestesia es mucho mayor.

Sin embargo, esta combinación de fármacos no está exento de efectos secundarios significativos y, aunque la depresión cardiovascular es limitada, la depresión respiratoria puede ser clínicamente relevante y deben ser vigilados cuidadosamente.

MANTENIMIENTO DE LA ANESTESIA

En caso de necesitar más tiempo de cirugía a los primeros síntomas de movimiento del toro podemos aplicar 1/3 de la dosis inicial por vía endovenosa o ½ dosis inicial por vía intramuscular, prolongando el efecto de la anestesia durante 25- 40 minutos más.

Dosificación

- La mezcla anestésica tiene un umbral de seguridad muy alto
- Las dosis toxicas de la tiletamina son diez veces mas altas que las utilizadas
- La sobre dosificación tiene como inconvenientes el aumento del tiempo de recuperación-reversión
- En casos de sobre dosificación muy alta la apnea es la complicación más peligrosa.

Antagonización

- La antagonización utilizando atipamezol revierte el efecto en unos minutos (m=3).
- El tiempo de recuperación, dependerá del tiempo que ha transcurrido después de la administración de la mezcla.
- El efecto de la detomidina es muy prolongado y es el encargado de mantener al animal tumbado.
- La asociación ketamina-tiletamina-zolazepam, tiene una duración aproximada de 30-40 minutos, pero sin el efecto de la detomidina el animal puede levantarse perfectamente.

- El tiempo de recuperación total puede oscilar entre 10 y 50 minutos después de la antagonización, pero siempre el animal permanecer en pie con un grado variable de ataxia

La ataxia desaparece totalmente y el animal queda sin ningún grado de sedación posterior.

Permitiendo la rápida recuperación del animal, minimizando los riesgos frente a otros animales o por lesiones debidas a una recuperación prolongada.

- Los antagonistas también revierten sus efectos analgésicos por lo que deben aplicarse otras técnicas de analgesia. Además el atipamezol podría revertir la depresión respiratoria (Ko et al., 1995; Rioja et al., 2008).
- Muy importante pues los tranquilizantes α2 adrenérgicos tienen en un efecto muy duradero y producen bradicardia, parálisis digestiva y timpanismo.
- No debemos dejar en el campo a un animal sin antagonizar.
- Antagonista especifico de los agonistas α2 adrenérgicos, detomidina, medetomidina, romifidina, xilacina.
- Administración endovenosa o intramuscular a dosis de 20-60 microgramos/ kilogramo.
- Dosis practica de 0,2-0,4 ml de atipamezol por ml de mezcla total aplicado al animal

PRECAUCIONES

- La administración y la consiguiente absorción por vía subcutánea, intraruminal, intraperitoneal o en dosis fraccionadas, no consigue el efecto deseado.
- En el caso en el que después de 40 minutos de la aplicación de la mezcla, no se consiga la caída del animal se puede repetir el procedimiento con la dosis total de la mezcla anestésica.
- La hipoxemia es común en los rumiantes anestesiados con combinaciones de alfa-2 (Caulkett et al., 2000). Otros factores que pueden haber contribuido a la hipoxemia incluyen el posicionamiento de los terneros en una posición de decúbito lateral asociado con el desarrollo de timpanismo ruminal. Sin embargo, se debe de vigilar la posición del animal manteniendo siempre la cabeza en posición elevada y en medida de lo posible en decúbito esternal o sobre su flanco derecho.

MONITORIZACIÓN ANESTÉSICA BÁSICA

- Profundidad anestésica
- Sistema cardiovascular
- Frecuencia cardiaca
- Palpación del pulso periférico
- Tiempo de llenado capilar
- Sistema respiratorio
- frecuencia y patrón respiratorios
- color de las mucosas
- Monitores electrónicos: pulsioxímetro portátiles

Bibliografía

Caulkett, N.A., Cattet, M.R., Cantwell, S., Cool, N., Olsen, W., 2000. Anesthesia of wood bison with medetomidine-zolazepam/tiletamine and xylazine-zolazepam/tiletamine combinations. Canadian Veterinary Journal 41, 49-53.

Hofkes, L.M., Hoyer, M.J., van Dijk, P., Overgaauw, P.A., 2005. Immobilization of cattle and bison with a combination of xylazine, zolazepam-tiletamine and ketamine. Tijdschrift voor Diergeneeskunde 130, 268-272.

Hoyer, M.J., Hofkes, L.M., van Dijk, P., Pieterse, M.C., 2003. Zolazepam-tiletamine-ketamine-xylazine anaesthesia: an effective, safe and reliable alternative for the use of etorphine in feral cattle and bison. Erkrankungen der Zootiere 41, 367.

Ko, J.C. & McGrath, C.J., 1995. Effects of atipamezole and yohimbine on medetomidine-induced central nervous system depression and cardiorespiratory changes in lambs. American Journal of Veterinary Research 56, 629-632.

Lin, H.C., Thurmon, J.C., Tranquilli, W.J., Benson, G.J., Olson, W.A. 1991. Hemodynamic response of calves to tiletamine-zolazepam-xylazine anesthesia. American Journal of Veterinary Research 52, 1606-1610.

Rioja, E., Kerr, C.L., Enouri, S.S., McDonell, W.N., 2008. Sedative and cardiopulmonary effects of medetomidine hydrochloride and xylazine hydrochloride and their reversal with atipamezole hydrochloride in calves. American Journal of Veterinary Research 69, 319-329.

Thurmon, J.C., Lin, H.C., Benson, G.J., Tranquilli, W.J., Olson, W.A., 1989. Combining Telazol and xylazine for anesthesia in calves. Veterinary Medicine 84, 824-830.

Waterman, A.E., 1981. Preliminary observations on the use of a combination of xylazine and ketamine hydrochloride in calves. Veterinary Record 109, 464-467.

MODULACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA LECHE A TRAVÉS DE LA ALIMENTACIÓN DE LA VACA

ALEX BACH
[1]IRTA-UNIDAD DE RUMIANTES

Introducción

La leche es uno de los productos más ricos y saludables producidos por los animales de abasto. La leche ocupó, hasta finales de los 80, el primer lugar en cuanto valor nutritivo y fuente de salud y fortaleza desde el año 800 antes de Cristo. La ciencia moderna (en los últimos 40-50 años) ha demostrado que el consumo de leche es beneficioso para reducir el riesgo de osteoporosis, hipertensión, obesidad, y cáncer de colon. En 2005, el gobierno Americano recomendó aumentar el consumo de leche a un mínimo de 3 raciones diarias. Sin embargo, desde hace unos años la leche forma parte de una lista de productos cuyo consumo debe regularse por sus posible consecuencias negativas sobre la salud humana. Las consecuencias han sido un descenso progresivo del consumo de leche. En los EEUU el consumo anual *per capita* de leche líquida era de 95 L en 1970 y en el 2001 era inferior a 30 L. Sin embargo, la incidencia de obesidad y problemas coronarios en los EEUU en 1985 era del 12%, y en el 2005 del 25%, respectivamente. Del mismo modo, en la UE el consumo de leche ha pasado de 350 kg/año en 1975 a 280 kg/año en el 2002. Este descenso se debe sobretodo a su contenido en colesterol y grasa saturada, dos compuestos que desde los principios de los 70 han sido considerados nocivos para la salud vascular como consecuencia del Dr. Ansel Keys, de la Universidad de Minnesota, que postuló la hipótesis (una propuesta sin demostrar) que el consumo de grasas saturadas aumentaba el colesterol e inducía aterosclerosis. En 1970, y 1980, dos estudios epidemiológicos sobre datos de 7 países recogidos durante 10 años, describieron una relación positiva entre el consumo de grasa saturada y la incidencia de problemas coronarios. El autor de estos estudios era el mismo Dr. Keys. Seis años más tarde, Pickard (1986) usando la misma metodología epidemiológica, pero incluyendo datos de 37 países (en vez de 7) no encontró ninguna relación entre el consumo de grasa saturada y los problemas coronarios. De hecho, desde mediados de los 90 que se insiste en la necesidad de diferenciar las grasas usando una nomenclatura más precisa que la saturada e insaturada (Rieger et al., 1996), puesto que por ejemplo existe evidencia que el consumo de ácido esteárico (un ácido saturado de 18 carbonos y predominante en la leche) no aumenta el colesterol en sangre (Buist, 1992).

Como un intento de revalorizar las cualidades saludables de la leche la industria láctea ha propuesto una gama de productos lácteos funcionales bien a través de fermentaciones, probióticos, enriquecimientos con varios nutrientes (ácidos grasos, minerales, etc...), y más recientemente mediante modificación de su perfil de ácidos grasos a través de pautas nutricionales. Los países con un mayor número y demanda de productos funcionales son Japón seguido de EEUU y la UE (los Japoneses gastan más del doble que los Americanos y más del triple que los Europeos en productos funcionales). La consultora PriceWaterhouseCoopers realizó un estudio en el que concluyó que el mercado global de productos funcionales aumentaría de los 78 billones de dólares en el 2007 a los 128 billones en el 2013. Estas predicciones se basaban en los éxitos de productos como los huevos enriquecidos en ácidos grasos omega-3 y los yogures Yakult (leche semidesnatada fermentada por *Lactobacillus casei* originados en Japón en 1935). Sin embargo, tanto en Japón como en EEUU se empieza a observar un descenso de la demanda de productos funcionales a favor de una revaloración de los productos naturales y sometidos a pocos procesos industriales. Dos motivos son los causantes de este retroceso: 1) saturación del mercado y racionalización del consumidor, y 2) restricciones a los "mensajes publicitarios de salud" impuestas por el marco regulador.

Los principales nutrientes de leche (Tabla 1) son las proteínas, las grasas, los minerales y vitaminas, y la lactosa. Todos ellos son modificables a través de la ración con la excepción de la lactosa (que sólo puede alterarse mediante manipulación genética o aportando niveles de glucosa sanguíneas no fisiológicos) y el calcio, fósforo, y magnesio (cuyas concentraciones están estrechamente reguladas en sangre). Este artículo revisará las cualidades más y menos saludables de la leche y el impacto de la alimentación de la vaca sobre ellas.

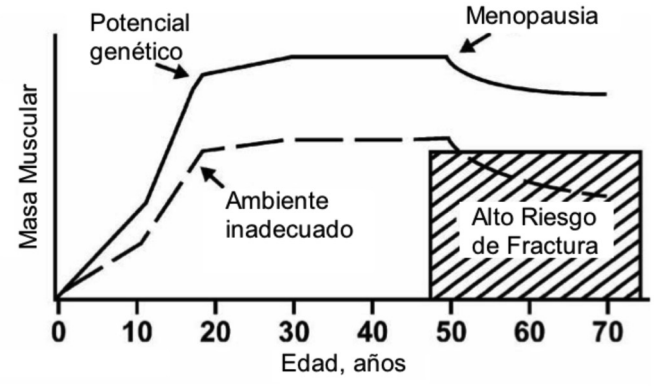
Tabla 1. Composición nutricional de la leche de vaca.

Agua, %	83.3
Proteína, %	3.22
Grasa, %	3.71
Saturada, % del total	64.9
Monosaturada, % del total	28.3
Polinsaturada, % del total	6.8
Cenizas, %	0.69
Colesterol, mg/100 g	10

Los Minerales y las Vitaminas de la Leche

La leche representa más del 70% del calcio disponible para el consumo humano, y es difícil que un humano supla sus necesidades de calcio sin consumir leche o sus derivados (especialmente en niños y mujeres adultas). El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo y está involucrado en gran variedad de procesos fisiológicos relacionados con la formación de los huesos, contracción muscular, transmisión de señales nerviosas, coagulación de la sangre y como segundo mensajero regulando acciones de gran variedad de hormonas y factores de crecimiento. En Europa, la osteoporosis afecta cerca del 40% de la población femenina por encima de los 50 años edad. El 85-90% de la masa ósea se adquiere entre los 18 y 20 años, y luego a partir de los 30 se mantiene estable. Alrededor de los 50, con la menopausia, la masa ósea desciende progresivamente. Como muestra la Figura 1, es importante acumular el máximo de masa ósea hasta los 20 años, pues a partir de esa edad el cuerpo tiene dificultades para acumular más calcio.

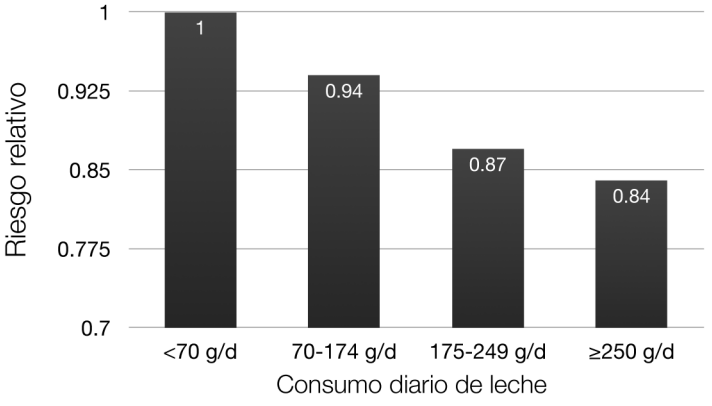
Figura 1. Evolución de la masa ósea en el ser humano (Adaptado de Huth et al., 2006).



Por otro lado, el consumo de calcio a través de leche y sus derivados está asociado con una clara reducción del riesgo de cáncer de colon (Figura 2). Este efecto es especialmente más marcado en hombres que en mujeres (Slattery et al., 1997), y se cree que es debido a que el calcio induce una reducción de la multiplicación celular a nivel intestinal y promueve una diferenciación celular normal (Holt et al., 2001).

Otra acción positiva de la leche sobre la salud cardiovascular es el efecto hipotensor del calcio. Un estudio con más de 10,000 pacientes demostró que consumos de calcio equivalentes o superiores a 1 g/d a través de leche y/o sus derivados están asociados con un 40-50% de reducción de la hipertensión (Huth et al., 2006).

Figura 2. Relación entre el consumo de leche y sus derivados y el riesgo de padecer cáncer de colon (Adaptado de Chon et al., 2006).

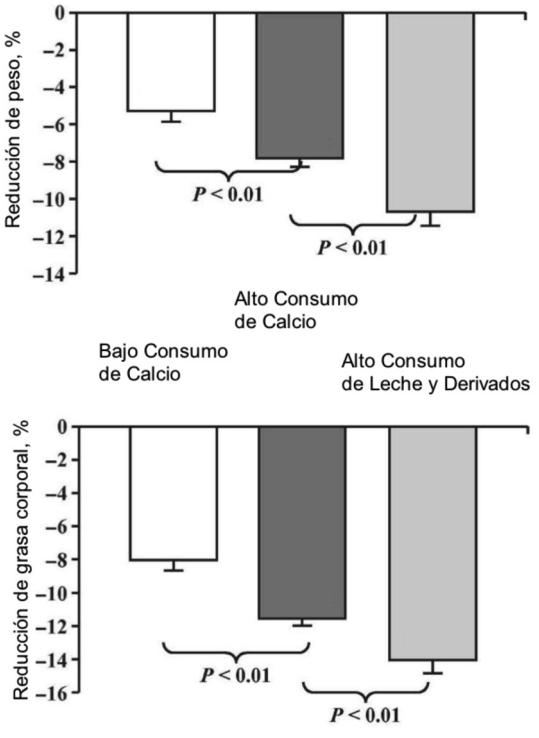


Por último, el consumo de leche y sus derivados se ha asociado a una reducción de peso y grasa corporal. Desde principios de los 80 que se describía que la leche ejercía un efecto reductor de grasa y peso corporal en los humanos, estudios recientes han demostrado que este efecto es debido principalmente al calcio. Zemel et al. (2004) realizaron un estudio en 32 individuos obesos y los sometieron a 3 tratamientos: bajo consumo de calcio, alto consumo de calcio, y alto consumo de productos lácteos, todos ellos con una restricción calórica de 500 kcal/d. Obviamente los 3 tratamientos redujeron el peso y el contenido graso de los pacientes, pero el tratamiento más efectivo fue el alto consumo de productos lácteos (Figura 3). Los mecanismos por el cual el calcio (y en particular el asociado a productos lácteos) ejerce este efecto reductor de peso son 1) un aumento de la temperatura corporal basal (que conlleva un mayor consumo energético), 2) una reducción de la digestibilidad y absorción de grasa a nivel intestinal, y 3) una estimulación de la lipólisis e inhibición de la lipogénesis.

Lamentablemente, los niveles de calcio en sangre están celosamente regulados y cualquier aumento (por ejemplo consecuencia de una suplementación dietaria) es rápida y eficazmente eliminado por el riñón vía orina. Por tanto, las posibilidades de modular la concentración de calcio en leche a través de la ración son nulas. Sin embargo, la cantidad de calcio que aporta la leche ya es muy elevada comparada con el resto de alimentos y por tanto tampoco hay una gran necesidad de modificar su concentración.

Además la leche y sus derivados aportan fósforo (cerca del 32% de las necesidades diarias), potasio (19% de las necesidades), zinc (16% de las necesidades), magnesio (15% de las necesidades) y vitaminas., entre las que destacan la riboflavina (26% de las necesidades), la vitamina B_{12} (21% de las necesidades), y vitamina A (19% de las necesidades). Todas las vitaminas liposolubles (A, D, K, y E) pueden ser aumentadas en leche con relativa facilidad mediante su suplementación a través de la dieta. En cuanto los minerales, al igual que ocurre con el calcio, la concentración de fósforo y magnesio no pueden incrementarse a través de la suplementación de estos minerales en la ración (Forar et al., 1981).

Figura 3. Efecto del consumo de calcio y leche (y sus derivados) sobre la efectividad de una restricción calórica de 500 kcal/d (Adaptado de Zemel et al., 2004).



Las Proteínas de la Leche

La proteína es uno de los nutrientes más preciados de la leche, en especial la caseína. Su perfil de aminoácidos es de alto valor biológico. La caseína representa cerca del 80% del nitrógeno de la leche, las proteínas del suero representan el 17% y el resto se encuentra en forma de urea.

La urea es claramente un compuesto indeseable en la leche. Niveles elevados de urea en leche se han asociado a excesos de proteína degradable (**PDR**), pues si los aportes de PDR no se acompañan de aportes suficientes de carbohidratos de rápida degradación, parte de la PDR es desaminada en el rumen y el amoníaco resultante es absorbido, metabolizado

en el hígado y transformado en urea (con un consecuente consumo energético). Sin embargo, niveles altos de urea en leche no son sinónimo obligado de desajustes en los aportes de PDR y carbohidratos. La urea en leche puede aumentar también como consecuencia de 1) un aporte excesivo de aminoácidos, o 2) un aporte desequilibrado de aminoácidos. Como los mamíferos no disponen de mecanismos para almacenar aminoácidos, todo exceso de aminoácidos, ya sea consecuencia de una aporte exagerado, o un aporte desequilibrado (por ejemplo: mucha arginina y poca lisina), debe ser desaminado, y convertido en último término en urea. De hecho, un estudio con una base de datos de 2,331 valores (Broderick et al., 1997) describió que más del 85% de la variación en la concentración de urea en leche pudo ser explicada por la relación entre la concentración de PB y la concentración energética de la ración, y más del 80% por el contenido de proteína bruta (**PB**) de la ración. Más recientemente, Godden et al. (2001) no encontraron un efecto significativo del nivel de PDR de la ración la urea en leche, siendo los factores que más influencia presentaron sobre la urea la PB, la relación forraje:concentrado, y la concentración de carbohidratos no fibrosos (**CNF**) de la ración. Se puede concluir que el efecto de la PDR sobre la urea en leche es menor que el del contenido total de PB de la ración y su relación con la densidad energética. Por lo tanto, si se pretende disminuir el contenido de urea en leche, será más efectivo modificar la relación PB/ENL de la ración que modificar la PDR. Sólo en los casos que la causa de una elevada concentración de urea en leche sea una degradación de la proteína excesiva en el rumen, o más frecuentemente un desequilibrio entre los carbohidratos y la PDR, será interesante disminuir la PDR o bien aumentar los CNFs, pero siempre como segunda opción a la reducción de la PB de la ración. Otra alternativa para corregir excesos de PDR es inducir una defaunación ruminal. Los protozoos contribuyen a la acumulación de amoníaco en el rumen al captar fragmentos de proteína insolubles, degradarlos y luego devolverlos al líquido ruminal en forma soluble (Eugene et al., 2004). La defaunación se puede conseguir mediante taninos o bien suplementando con algunos ácidos grasos (**AG**). Las saponinas obtenidas a partir de extractos de *Yucca schidigera* ejercen un efecto inhibidor del crecimiento de los protozoos (Wallace et al., 1994) y también tienen un efecto residual inhibidor sobre algunas bacterias Gram positivas de forma similar a la acción de los ionóforos (Wallace et al., 1994) e inhibición de la peptidolisis (Busquet et al., 2005). Además, la *Yucca* es rica en glicocomponentes con una alta afinidad por las moléculas de amoníaco, que son capturadas y retenidas. Por lo tanto, la adición de *Yucca* a las raciones altas en PDR puede ayudar a disminuir la concentración ruminal de amoníaco. En situaciones de pastoreo o con uso elevado de forraje verde, ensilado, y poco maduro, la *Yucca* puede ser una alternativa para combatir altos niveles de urea en leche, sin embargo, en otras situaciones más comunes con aportes moderados o altos de concentrado, los efectos de la *Yucca* serán más discretos (o inadvertidos). La otra estrategia para defaunar el rumen consiste en suplementar la ración con ácido láurico o ácido mirístico (presentes en el aceite de coco; contiene 45% de láurico y 18% de mirístico). Pero este enfoque puede tener la desventaja que estos dos AG saturados de cadena media pasan a la leche con una eficiencia del 15-18% (Hristov et al., 2009) y su presencia en leche no es deseable por su posible asociación con aumentos de colesterol en sangre (Gómez-Cortés et al., 2009).

La cantidad total de proteína verdadera en leche puede modificarse a través de la nutrición, aunque sólo de forma modesta en comparación con los cambios que pueden conseguirse con el contenido de grasa. La forma más efectiva de aumentar el contenido proteico en leche es mediante un aumento de la densidad energética de la ración a base de CNF (y no de grasa). El contenido de proteína en leche puede aumentar en 0.4 unidades de porcentaje si la cantidad de forraje se reduce a un 10% o menos de la materia seca de la ración (Jenkins y McGuire, 2006), pero este nivel de forraje es incompatible con la salud ruminal y de la vaca a corto-medio plazo. El aumento de proteína en leche es debido a 1) una mayor producción de proteína microbiana y por tanto un mejor aporte de aminoácidos al intestino, y 2) una mayor producción de propionato que estimula la secreción de insulina. McGuire et al. (1995) demostraron que en situaciones de concentraciones plasmáticas de insulina elevadas y abundancia de aminoácidos y glucosa, la síntesis de proteína a nivel mamario incrementa considerablemente. Por lo tanto, la mejor estrategia nutricional para aumentar el contenido de proteína verdadera en leche consiste en aumentar la cantidad de CNF de la ración. Sin embargo, esta estrategia, conducirá –casi inequívocamente- a un descenso de la producción de grasa (como se discute en el apartado de grasa en leche). Por el contrario, los aportes de grasa en la ración, por lo general, disminuyen el contenido en proteína de la leche. En concreto, el contenido de proteína en leche disminuye 0.03 unidades por cada 100 g de grasa ingerida. La fracción proteica más afectada por la inclusión de grasa en la ración es la caseína. Por tanto, la inclusión de grasa en las raciones del vacuno lechero, no sólo tiene un efecto negativo sobre al cantidad de proteína de la leche, sino también de su calidad.

Por otro lado, la digestión y/o fermentación tanto de la caseína como de las proteínas del suero genera varios péptidos que poseen actividad biológica (biopéptidos activos). Entre ellos se encuentran dos péptidos (las casokininas y las lactokininas) capaces de inhibir la actividad del enzima convertidor de la angiotensina-I (uno de los principales moduladores de la presión arterial pues produce angiotensina-II que induce un aumento del tono arterial y por tanto un aumento de la presión sanguínea). Recientemente se ha demostrado que es posible alterar la composición proteica de la leche mediante la regulación de los aportes de glucosa. En concreto, raciones que estimulen la secreción de glucagón (muy pobres en carbohidratos de rápida fermentación y fibra digestible) resultan en aumentos de la κ-caseína, a2-caseína, y α-lactoalbúmina (Bobe et al., 2009). Sin embargo, aunque interesante científicamente, este tipo de raciones son imposibles de implementar en la práctica puesto que conllevan un descenso marcado de la producción de leche.

Las Grasas de la Leche

La grasa es el componente de la leche más fácilmente modificable, tanto cuantitativa como cualitativamente. La grasa en la leche tiene dos orígenes. Los AG de cadena larga (superior a los 16 carbonos) proceden directamente de la circulación sanguínea, por lo tanto o bien deben ser aportados por la ración o por la movilización de las reservas corporales del animal. Los ácidos de cadena corta (menos de 16 carbonos) pueden ser sintetizados por la propia glándula mamaria a partir de AG de cadena corta (acetato, butirato y ß-hidroxibutirato son las fuentes más importantes). El C16 de la leche procede el 50% de la síntesis *de novo* y el resto de la dieta o movilización de reservas. La leche, además de ser rica en AG saturados, tiene AG insaturados de conformación *cis* y conformación *trans*. La grasa monoinsaturada en conformación *trans* tiene mala prensa. Existe bastante evidencia que las grasa *trans* fruto de la hidrogenación (saturación) industrial de AG insaturados produce AG dañinos para la salud humana. Por ejemplo, el consumo de margarina, galletas, e incluso algunos tipos de pan puede aumentar el riesgo de padecer patologías coronarias en un 70% (Willet et al., 1993). En España, una cadena de supermercados muy importante acaba de lanzar una extraordinaria campaña en la que se eliminan los AG *trans* de los productos que lleven su marca comercial. Como la grasa del rumiante es rica en AG saturados (60% del total de AG) y monoinsaturados *trans* (2-5% del total de los AG), con frecuencia se la considera dañina para la salud humana. Sin embargo, más del 60% de los AG *trans* de la leche del rumiante se encuentran en forma de ácido vaccénico que puede ser desaturado y formar CLA *cis*-9, *trans*-11 (el ácido conjugado del linoleico, al que se le atribuyen numerosos beneficios sobre la salud) a través de la Δ-9 desaturasa presente en los tejidos humanos (y de muchos mamíferos). Los efectos del ácido vaccénico sobre las lipoproteínas séricas y el colesterol no han sido estudiados directamente, pero existe evidencia que a pesar que los AG *trans* industriales están asociados con las enfermedades coronarias, especialmente los C18:2 *trans* (Willet et al., 1993; Pietinen et al., 1997; Lemaitre et al., 2006), los AG *trans* de origen natural (básicamente C18:1 *trans*-11) o bien no ejercen ningún efecto (Katan, 2006) o incluso ejercen un efecto beneficioso (Willet et al., 1993; Pietinen et al., 1997; Mesink, 2005; Lemaitre et al., 2006; Shingfield et al., 2008). Es importante, cuando se habla de grasas, de diferenciarlas al máximo, no todos los *trans* son nocivos Por tanto, la postura razonable sería no intentar disminuir el contenido de ácido vaccénico en la leche, y dejar de recomendar no beber leche porque es una fuente de AG-*trans* nocivos (pues no lo es).

A pesar que la leche no es un producto con un elevado nivel de colesterol, uno de los componentes de la leche menos deseados por el consumidor es el colesterol. Cuando un paciente presenta niveles elevados de colesterol, uno de los primeros alimentos que se prohíbe es la leche entera y sus derivados a pesar que desde principios de los 90 (Ortega et al., 1993) se demostró que el consumo de leche y sus derivados no aumentan el colesterol total en sangre, sólo el HDL (el colesterol que está asociado con beneficios cardiovasculares).

En cambio, un AG que representa hasta el 28% de la grasa total de la leche y está relacionado negativamente con la salud cardiovascular es el ácido palmítico, junto con el C12 y C14. Estos AG saturados de cadena media parecen ser responsables de afecciones cardiovasculares. En este sentido, reducir el contenido de estos AG parece mucho más importante que intentar mejorar el contenido de AG insaturados en la leche o reducir su nivel de colesterol.

El ácido linoleico y el α-linolénico son ácidos esenciales para el ser humano pues no los puede sintetizar. El primero es el AG mayoritario ω6 en la leche y el segundo el mayoritario ω3 (aunque su contenido total en leche es muy reducido). El consumo de ω6 ha aumentado en los países desarrollados y las recomendaciones nutricionales actuales sugieren o bien disminuir el consumo de ω6 o bien aumentar el consumo de ω3 (Simopoulos, 2002) para conseguir una relación ω6/ω3 alrededor de 4 o 5. En la actualidad hay una presión mediática y médica para aumentar el consumo de AG ω3 pues están asociados con mejoras en el sistema cardiovascular. Todos los esfuerzos actuales para aumentar el contenido de ω3 en leche obedecen a una demanda del mercado fruto de una publicidad relacionada con productos lácteos (no es leche legalmente) enriquecidos con aceites marinos (derivados de pescado y algas). El consumidor Español, a diferencia del resto de los Europeos, ha acogido este tipo de preparados lácteos con cierto entusiasmo, pues existe la creencia que sin cambiar su hábito alimentario puede suplir sus necesidades de ω3 pero realmente, la efectividad de estos productos enriquecidos en ω3 no está muy bien demostrada

Estrategias para modificar la grasa en leche

El contenido total de grasa de la leche puede reducirse fácilmente mediante la adición de concentrado a la ración. Tradicionalmente se ha pensado que el aporte de concentrado induce acidosis ruminal y bajada de grasa en leche. Existen cuatro hipótesis (sólo dos se han demostrado) para explicar la bajada de la grasa al aumentar la proporción de concentrado en la ración:

1.Teoría de la Insulina. Esta teoría se fundamenta en el hecho de que la glándula mamaria no tiene receptores para la insulina, y por lo tanto en situaciones de altas concentraciones de insulina la lipogénesis es estimulada y la lipólisis inhibida a nivel del tejido adiposo, mientras que el metabolismo lipídico a nivel mamario permanece inalterado. El resultado es que, raciones que produjesen grandes cantidades de propionato estimularían la secreción de insulina, y esto resultaría en un descenso de la disponibilidad de los precursores de grasa para la glándula mamaria, pues la insulina

estimularía su uso por parte del tejido adiposo. Sin embargo, esta teoría se puso en duda con la publicación de varios estudios en los que se administraban altas dosis de insulina y altas dosis de glucosa (para mantener la glicemia y evitar su descenso). Estos estudios demostraron que, efectivamente, la insulina disminuye la lipólisis, pero sin embargo, no afectaba la síntesis de grasa a nivel mamario (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de la dosificación de insulina y glucosa simultáneamente sobre la producción de grasa en leche.

	Ración Control		Ración Control + AA[1]	
Referencia	Control	+Insulina	Control	+Insulina
McGuire et al., 1995	1260	1300	-	-
Griinari et al., 1997	910	850	1010	940
Mackle et al., 1999	860	770	860	830

[1] AA: Está ración era equivalente a la control pero los animales recibieron aminoácidos en forma de caseína mediante infusión abomasal

2. Teoría de la Deficiencia de Acetato o Butirato. Esta teoría fue expuesta por primera vez por Tyznik y Allen (1951). La teoría sostiene que debido a un alta inclusión de concentrado y una baja inclusión de forraje en una ración la producción de acetato en el rumen disminuye hasta el punto de que limita la producción de grasa en la glándula mamaria (el acetato es la principal fuente para la síntesis de grasa en la mama). Sin embargo, esta teoría esta basada sobre el error de que, ciertamente, altos niveles de grano y poco forraje resultan en altas concentraciones molares de propionato y bajas concentraciones molares de acetato, pero la cantidad total de acetato suele ser superior, pues la cantidad total de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen es superior con las raciones altas en concentrado debido a que inducen una mayor fermentación en el rumen (Tabla 3).

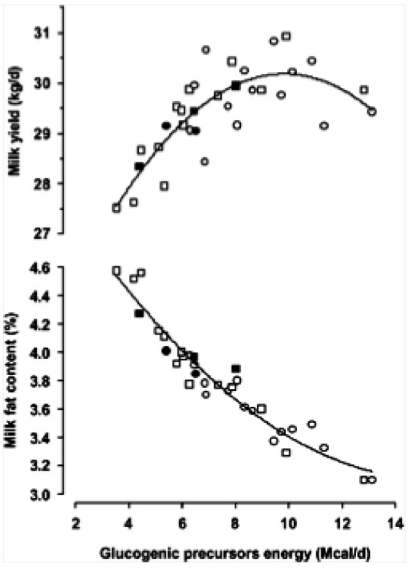
Tabla 3. Comparación de las concentraciones molares y totales de acetato y propionato entre una misma ración ofrecida con dos moliendas distintas.

	Molienda Fina	Molienda Gruesa
Acetato, mol/100 mol	60.3	66.01
Propionato, mol/100 mol	21.7	17.3
Acetato/Propinato	2.8	3.8
Acido grasos volatiles, m*M*	88.2	74.8
Acetato, m*M*	53.2	49.3

3. Teoría de los Ácidos Grasos. Esta teoría fue expuesta hace ya más de 30 años por Davis y Brown (1967). Estos autores observaron que cuando la concentración de C18:1 *trans*-10 (con cualquier isómero entre *trans*-4 y *trans*-16) aumentaba en leche el porcentaje de grasa en leche disminuía. Trece años más tarde, Selner y Schultz (1980) demostraban que la infusión abomasal de grandes cantidades de isómeros C18:1 *trans*-10 eran incapaces de reducir la grasa en leche. Recientemente, se ha descrito una correlación entre la cantidad de C18:1 *trans*-10 y la cantidad de CLA *trans*-10, *cis*-12 en leche (Griinari et al., 1999), que es la responsable de que Davis y Brown (1967) concluyeran que los C18:1 *trans*-10 eran los responsables de la reducción de la grasa en leche.

4. Teoría del Exceso de Sustrato Gluconeogénico. Esta teoría fue demostrada por un trabajo de colaboración entre el INRA y el IRTA (Rigout et al., 2003). En este trabajo se demostró que aportes elevados de substratos gluconeogénicos ejercen un efecto negativo sobre la producción de grasa en leche (Figura 4) a través de la alteración entre la relación el 6-fosfogluconato y la glucosa-6-fosfato directamente a nivel de las células de la glándula mamaria. En concreto, es de esperar que por cada Mcal aportada por un substrato gluconeogénico, la grasa en leche descienda un 0.14%). Esta teoría explicaría el descenso de grasa láctea en situaciones de acidosis ruminal, donde además de la depresión consecuencia de la inhibición de la síntesis de grasa en la glándula mamaria por acción del CLA, el animal recibe una gran cantidad de substratos gluconeogénicos, ya sea en forma de ácido propiónico a través del rumen o bien en forma de glucosa (procedente del almidón de la ración y del contenido de glucógeno microbiano) que pueden alterar directamente la función mamaria.

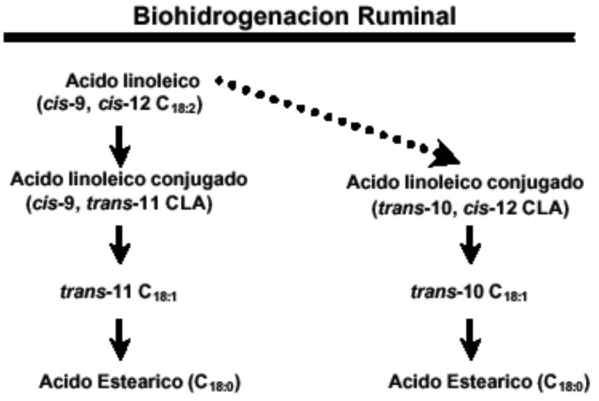
Figura 4. Efecto del aporte de precursores gluconeogénicos (glucosa o propiónico) sobre al producción de leche y el contenido de grasa en leche (Rigout et al., 2003).



Modificaciones del perfil graso de la leche

Si algún aspecto del perfil de AG de la leche se tuviera que mejorar (que tengo mis dudas), el más importante sería probablemente disminuir el contenido de los AG saturados de cadena media (C12-C16) así como los *trans*-10. Otro aspecto a mejorar, si cabe, sobre el perfil graso de la leche sería aumentar, aún más, la concentración de CLA *cis*-9, *trans*-11, y por último intentar disminuir la cantidad de AG ω6 (pues la ración diaria de los humanos es excedentaria en estos AG). Pero disminuir el C16 en leche no es fácil, pues tiene dos orígenes bien repartidos en leche (de novo y dieta). Además del interés por mejorar (aún más) el perfil de AG de la leche, también existe en algunos sectores de la industria láctea un interés por aumentar el contenido de oléico pues este AG confiere plasticidad y mejorar la facilidad de untar de la mantequilla. Aumentar el ácido oleico en leche es relativamente fácil usando formas del ácido oleico resistentes a la biohidrogenación. Jenkins y McGuire (2006) aumentaron el contenido en leche de oleico de un 18% a un 48% al suplementar la ración de vacas con una amida de ácido oleico (resisten a la biohidrogenación), o a un 35% al suplementar semilla de girasol entera.

Figura 5. Esquema descriptivo de la biohidrogenación del ácido linoléico en el rumen.



Dhiman et al. (2000) demostraron que la adición de aceites ricos en linoleico y linolénico aumentaba el contenido de CLA en leche. Por tanto, la comúnmente usada semilla de lino para enriquecer la leche con AG ω3 y CLA tiene tres consecuencias 1) aumenta los AG insaturados y los AG ω3 (positivo), y 2) un probable aumento en el contenido de CLA *cis*-9, *trans*-11 en leche (también positivo, al menos desde el punto de vista del *marketing*), y 3) un aumento de los AG *trans*-10 (un aspecto negativo pues estos AG se han correlacionado con problemas cardiovasculares (Roy et al., 2008)). Por tanto, si se pretende reducir la producción de grasa se pueden administrar semillas de oleaginosas ricas en linoleico (colza, soja y girasol). En el rumen, el ácido linoleico que aportan estas semillas se biohidrogenará produciendo CLA

trans-10, *cis*-12 y éste inducirá un descenso de la producción de grasa en leche mediante una inhibición de la síntesis AG a nivel mamario. Esto a su vez conlleva un cambio en la composición de AG de la leche pues la proporción de AG de cadena corta disminuye. Sin embargo, la suplementación con oleaginosas como la soja, el girasol y la colza (ricas en ácido linoléico) resultan en efectos distintos a los conseguidos con el lino (rico en ácido linolénico). La Tabla 4 muestra las diferencias en el perfil de AG de la leche al comparar una ración a base de soja y otra base de lino. Cuando se administran cantidades importantes de colza disminuyen los AG de cadena corta (C6 a C16) y aumenta el C18:1 *cis*-9, en cambio cuando se administra lino (rico en α-linolénico) también descienden los AG de cadena corta (c6 a C16), aumentan los C18:1 *cis-9*, CLA *cis*-9, *trans*-11, y el α-linolénico, pero aparece un aumento notable de los AG *trans*-10 (considerados nocivos para la salud humana). Es por tanto importante, a la hora de decidir una estrategia para revalorizar la leche si un aumento de ácido linolénico (ω3) conseguido con la administración de lino compensa los efectos negativos que conlleva el aumento concomitante de AG *trans*-10. Recientemente, investigadores del CSIC y el IRTA con la colaboración de una empresa de alimentación animal Manchega han conseguido aumentar los niveles de ω3 y CLA en leche de ovino sin aumentar los niveles de *trans* (Gómez-Cortés et al., 2009). Sin embargo, estos resultados deben aún de corroborarse en vacuno de leche.

Como se ha mencionado anteriormente, otro AG beneficioso para la salud humana presente en la leche en grandes cantidades es el CLA *cis*-9, *trans*-11 (también llamado ácido ruménico). El CLA se origina en el rumen como consecuencia de la biohidrogenación del ácido linoleico (Figura 5) por parte de la bacteria *Butiryvibrio fibrisolvens* entre otras (Kepler y Tove, 1967). Por lo tanto, la cantidad de CLA en los productos del vacuno lechero dependerá, en parte de la cantidad de linoleico que aporte la ración y de los factores que afectan la biohidrogenación a nivel ruminal. Genéricamente, el CLA representa una mezcla de isómeros geométricos y posicionales del ácido linoléico (C18:2) que contienen dobles insaturaciones conjugadas (separadas por un carbono). Desde 1979 (Pariza et al., 1979) que se conoce que el ácido conjugado del linoleico (CLA) tiene actividad inhibidora de la mutagénesis, y el NRC (1996) concluyó que el CLA *cis*-9, *trans*-11 era el único AG que inequívocamente poseía efectos anticarcinogénicos, y que además ejercía efectos positivos en la reducción de la ateroesclerosis y diabetes, y mejora el crecimiento óseo. Sin embargo, el efecto anticarcenígeno del CLA *cis*-9, *trans*-11 sólo ha sido demostrado en modelos basados en ratones (Belury, 2002) y los estudios epidemiológicos existentes en humanos no son capaces de encontrar una relación significativa entre el consumo de CLA *cis*-9, *trans*-11 y la incidencia de cáncer (Romagnolo et al., 2009). Los productos derivados de los rumiantes son la fuente principal de CLA en la dieta humana, y la leche (y sus derivados) se calcula que aporta el 75% de los 100 a 300 mg de CLA consumidos diariamente (Huth et al., 2006). El 90% del CLA en la leche es en forma de CLA *cis*-9, *trans*-11, mientras que las otras fuentes derivadas de vegetales suelen aportar el 50% de CLA en forma de *cis*-9, *trans*-11 y el 50% en forma de *trans*-10, *cis*-12. El 80% del CLA en leche procede de la biohidrogenación ruminal y el resto es sintetizado a nivel mamario usando el ácido vaccénico (C18:1, *trans*-11) como substrato (Bauman et al., 2004). Es interesante destacar que un estudio reciente realizado en ratas demostró que la administración de una mantequilla enriquecida en CLA natural fue igualmente efectivo en la prevención de cáncer que una mantequilla enriquecida con CLA sintético, pero curiosamente el isómero natural se acumuló en mayor concentración en la glándula mamaria de las ratas que el CLA sintético (Huth et al., 2006).

Tabla 4. Efecto de la suplementación de una ración con semilla de soja o de lino sobre el perfil de ácidos grasos de la leche (Adaptado de Brunschwig et al., 1996).

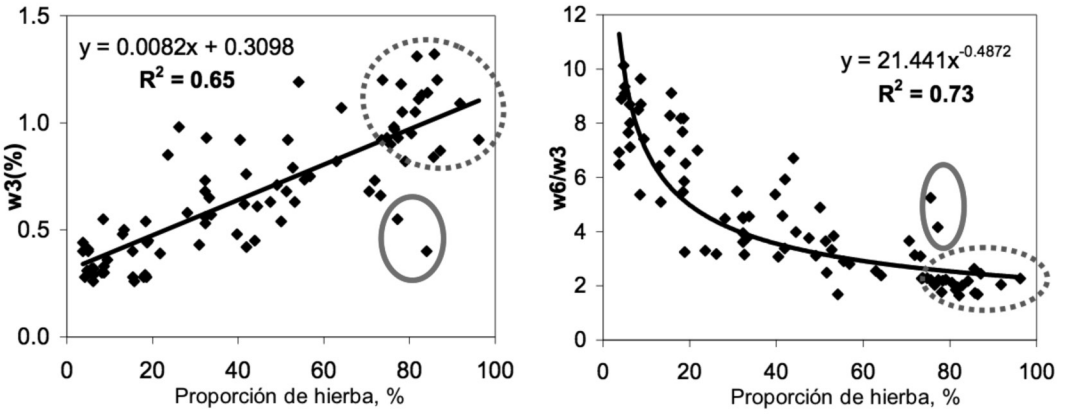
Contenido de AG en leche, %	Soja	Lino
AG de cadena corta	12.0	11.7
AG de cadena media	55.9	46.7
AG de cadena larga	32.1	41.6
C18:2	2.7	2.9
C18:3	0.4	1.1
AG monoinsaturados	24.1	28.6
AG polinsaturados	3.8	5.2

Tanto el contenido de CLA *cis*-9, *trans*-11 como el de ω3 de cadena larga en leche se puede conseguir con relativa facilidad mediante la suplementación de aceite de pescado en la ración. Típicamente, los suplementos de origen marino en la ración de las vacas resulta en reducciones muy marcadas de ácidos esteárico y C18:1 *trans*-11 (Loor et al., 2005). Esta práctica no tiene muy buena aceptación por 1) imagen ante el consumidor, y 2) miedo a posibles alteraciones del sabor de la leche. Sin embargo, Nelson y Martini (2009) demostraron que la inclusión de aceites de pescado en forma de jabones cálcicos hasta un nivel de 0.83% de la materia seca (aportando un 0.58% de la materia seca) no tenia ningún efecto detectable en las características sensoriales de la leche. Recientemente, han aparecido estudios (Abughazaleh

et al., 2009) que muestran que la suplementación de microalgas tiene efectos homólogos a la suplementación de aceite de pescado. La suplementación de 150 g/d de microalgas resultó en un aumento de CLA de 3.41 a 4.21 % del total de AG, y de ácido vaccénico de 11.8 a 13.6% del total de AG). El aumento de CLA *cis*-9, *trans*-11 en leche al suplementar AG polinsaturados de cadena larga (EPA y DHA) es debido a una inhibición directa de la biohidrogenación del C18:1 a C18:0, y el C18:1 es el principal sustrato para la síntesis a nivel ruminal de ácido vaccénico (y éste a su vez es el principal precursor de CLA *cis*-9, *trans*-11 a nivel mamario).

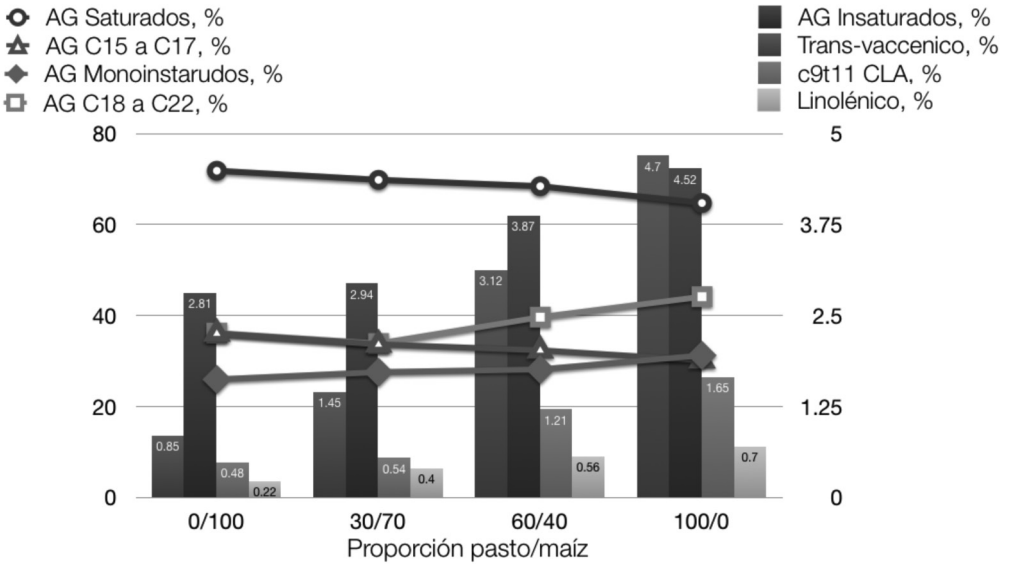
Una estrategia para conseguir un descenso de los AG saturados de cadena media (C12-C16) consiste la suplementación con grasas pues suele resultar en una disminución la proporción de AG de cadena corta y aumentar los de cadena larga (Dhiman et al., 1995). Esto es debido a que la suplementación de grasas tiene un efecto inhibidor de la lipogénesis a nivel mamario, sobretodo a partir de la segunda mitad de la lactación (McNamara et al., 1995). Por ejemplo, la suplementación con soja o algodón extrusionados, que pueden llegar a disminuir su contenido un 10% (Dhiman et al., 1999). Sin embargo, este tipo de raciones tienen el riesgo de aumentar la concentración de AG *trans*-10 en leche.

Figura 6. Relación entre la proporción de hierba en la ración y el contenido en ω3 y la relación ω6/ω3 en leche (adaptado de Rouille y Montourcy, 2010). Puntos dentro del círculo verde corresponde a hierba en pastoreo, dentro del círculo verde ensilado de hierba, el resto en forma de heno.



Es importante tener en cuenta que las estrategias descritas para aumentar la proporción de AG insaturados en leche deberían acompañarse de aumentos de la cantidad de α-tocoferol y ß-carotenos en leche (puede conseguirse fácilmente usando métodos descritos en el aparto de minerales y vitaminas).

Figura 7. Impacto de la proporción de pasto y maíz en la ración de la vaca de leche sobre el perfil de ácidos grasos en leche (Adaptado de Couvreur et al., 2006).



Por último, el sistema de producción también ejerce un impacto considerable sobre la cantidad de grasa en leche y su composición. Los sistemas de producción más comunes (en estabulación), las raciones a base de henos o ensilados de hierba resultan en leches más ricas en AG insaturados, AG de cadena larga y ácido linolénico y más pobres en C16 que las raciones a base de silo de maíz (Cheneis et al. 2004; Chilliard et al., 2007). Las raciones con un alto nivel de silo de maíz además resultan en leches con una elevada relación $\omega 6/\omega 3$ y una relativamente alta proporción de AG saturados (Martin et al., 2002). Existe una clara relación entre la proporción de pasto fresco que consume la vaca y el nivel de AG insaturados en la leche así como un descenso de la relación $\omega 6/\omega 3$ y un aumento de los isómeros *trans* (Figura 6). Por otro lado, la composición de la leche procedente de sistemas de pastoreo es mucho más variable a lo largo del año que la leche producida por vacas en estabulación. La hierba fresca tiene entre un 4 y un 12% de grasa (con el 35-55% de ésta en forma de AG) rica en AG insaturados, en especial el linolénico que con frecuencia representa el 50% de los AG totales y el ácido linoleico (que representa un 20% del total de AG). Martin et al. (2002) evaluaron el efecto de varias proporciones de pasto y ensilado de maíz sobre el perfil de AG de la leche y observaron que a mayor proporción de pasto mayor el contenido de AG insaturados, ácido ruménico, CLA *cis*-9, *trans*-11 y AG de cadena larga, y un menor contenido en AG de cadena media (Figura 7). El tipo de pasto también tiene un efecto sobre el perfil de AG. Los pastos a base de gramíneas resultan en leches con menor proporción de AG monoinsaturados y polinsaturados que pastos que contengan alfalfa (Morel et al., 2006). Se cree que uno de los motivos (a parte del alto contenido de AG insaturados) por el cual el contenido de CLA *cis*-9, *trans*-11 aumenta en leche de vacas en pastoreo es el consumo de una mayor proporción de agua (debido a la humedad del pasto) lo que podría trasladarse a un ritmo de paso superior (Kelly et al., 1998).

Conclusiones

Los minerales en leche son inmodificables a través de la alimentación. En cambio los niveles de vitaminas, especialmente las liposolubles pueden aumentarse a través de al suplementación dietaria. La urea en leche puede disminuirse, en la mayoría de las situaciones, mediante aumentos en el aporte de carbohidratos fer rápida fermentación ruminal. Además, aumentos de CNF suele aumentar el contenido de caseína en leche, mientras que aportes de grasa la disminuyen.

Los AG saturados de cadena media (C12-C16) están relacionados negativamente con la salud cardivascular humana. Su contenido en leche puede disminuirse a través de la suplementación de grasas aunque existe el riesgo de aumentar la concentración de AG *trans*-10 en leche. El tipo de oleaginosa que se administre en la ración modificará el perfil de AG de la leche. Cuando se administra colza disminuyen los AG de cadena corta (C6 a C16) y aumenta el C18:1 *cis*-9, en cambio cuando se administra lino (rico en α-linolénico) también descienden los AG de cadena corta (c6 a C16), aumentan los C18:1 *cis-9*, CLA *cis*-9, *trans*-11, y el α-linolénico, pero aparece un aumento notable de los AG *trans*-10, aunque existe el potencial (al menos en ovino) de evitar este aumento de los AG *trans*. Tanto el contenido de CLA *cis*-9, *trans*-11 como el de $\omega 3$ de cadena larga en leche se puede conseguir con relativa facilidad mediante la suplementación de aceite de pescado o microalgas en la ración. Suplementaciones elevadas de concentrados o sustrato gluconeogénicos a la vaca se traduce en una disminución de la grasa en leche y cambios en la composición de AG si estos sustratos alcanzan el intestino en forma de glucosa.

Una de las características más apasionantes de la naturaleza y la biología es que pequeños cambios pueden generar drásticas consecuencias. Debería ser responsabilidad de los nutrólogos y veterinarios, así como de las centrales lecheras, el velar para que cambios en la ración que resulten en modificaciones de la composición de la leche no comprometan la calidad global de un producto tan noble como la leche. En este sentido, aumentos de $\omega 3$, por ejemplo, a base de lino aumentan los *trans*-10 en leche, y se podría llegar a concluir que el cambio total en la calidad de la leche empeora (es más preocupante el aumento de *trans*-10 que beneficioso el aumento de $\omega 3$).

Bibliografía

Por favor, contactar con el autor: alex.bach@irta.es

INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN CON ALTOS NIVELES DE INSATURADOS (ALIMENTACIÓN CON LINO) SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL TERNERO DE CEBO.

MARIA DEVANT
PRODUCCIÓN RUMIANTES-IRTA

Introducción

Hasta hace poco el uso de las grasas en alimentación animal se justificaba por permitir aumentar de la densidad energética de la ración con niveles de inclusión bajos. Recientemente ha incrementado el interés del uso de las grasas ricas en ácidos grasos omega-3 (n-3) para enriquecer la carne, la leche y los huevos con dichos ácidos grasos a los cuales se les atribuye efectos beneficiosos sobre la salud humana y así darles a los productos un valor añadido. Ello ha conllevado que se estudie la adición de fuentes de grasa ricas en n-3, que quizás hasta el momento por precio no se solían utilizar, como es el caso del lino.

El lino. Nutrientes y tipos de presentación.

El lino, en sus diferentes formas de presentación, es un ingrediente y como tal en primer lugar debemos conocer su composición. Existen diferentes tipos de presentación que pueden ir desde la semilla entera hasta el aceite de lino. La semilla entera puede ser aplastada o molturada (Maddock et al., 2006), el tratamiento de la semilla no afecta a su composición, pero si a su valoración energética. En la Tabla 1 se presenta la composición en nutrientes de la semilla y del aceite.El perfil de ácidos grasos de la semilla entera, aplastada o molturada o del aceite es el mismo. El procesado (aplastado, molturación, extrusión) aumenta el acceso de los microorganismos y de los enzimas a las grasas. Maddock et al. (2006) observaron que el aporte energético de la semilla de lino aplastada o molturada era 78 % superior a la semilla de lino entera (de 1.52 a 2.72 Mcal/kg NEm). También existen otras fuentes de lino como los extrusionados de semilla de lino; en este caso los nutrientes y el perfil de ácidos grasos es muy variable, pues las mezclas con semilla de lino para realizar el extrusionado son muy variables (cebada, maíz, salvado, harina de girasol...etc). Existen también jabones cálcicos ricos en ácido linolénico, el principal ácido graso insaturado del lino (Quinn et al., 2008b).

Tabla 1. Nutrientes y energía metabolizable de la semilla de lino y del aceite de lino

Sobre MF	MS, %	Cenizas, %	PB, %	EE, %	FND, %	EM, Mcal/kg	Lys, %	Met, %
Semilla	90.7-94.0 [a,b]	4.8 [a]	21.4-22.0 [a,b]	32.9-34.7 [a,b]	17.0 [a]	4.2 [a]	0.82-0.85 [a,b]	0.32-0.39 [a,b]
Aceite				100 [a]		6.4 [c]		

Fuentes: Tablas FEDNA (2003) = a, NSDU Extension Service (2005) = b, NRC 2000 beef = c

Las grasas son ingredientes principalmente energéticos, es por ello que conocer su valor energético es fundamental. No es fácil conocer los factores que afectan al aprovechamiento energético de las grasas. Según el NRC de vacuno lechero (2001) los factores principales son el perfil de ácidos grasos y el contenido de grasas de la ración. Cuanto más insaturados son los ácidos grasos, mayor es su digestibilidad, y en consecuencia la energía metabolizable (EM) de las grasas de origen vegetal es superior a la EM de las grasas de origen animal. Cuando se incrementa de 200 a 1400 g/d de ingestión de grasas, la digestibilidad disminuye un 2.2% cada 100 g de ácidos grasos. El NRC de vacuno

lechero (2001) considera que la EM y la energía digestible (ED) de las grasas es la misma. Por el contrario, que el NRC de vacuno de carne (2000) utiliza valores el ED similares para grasas de origen animal y grasas de origen vegetal; sin embargo en los valores de EM y energía neta (EN) considera que las grasas de origen animal tienen un mayor eficiencia de aprovechamiento y les otorga mayores valores de EM y EN por kg, sin que exista una argumentación clara. Finalmente, FEDNA (2003) da valores de EM y EN similares entre las grasas de origen animal y las de origen vegetal con excepción de los jabones cálcicos y las grasas hidrogenadas que les da valores de EM y EN inferiores. Es evidente que existe un debate acerca del valor energético de las grasas. Brandt y Anderson (1990) en una revisión sobre el uso de las grasas en cebo de terneros consideran que el valor de EN es muy similar entre los diferentes tipos las grasas, e indican lo que realmente afecta a los valores de EN de las grasas es el tipo de ración (tipo de grano) y factores ambientales (temperatura). El trabajo de Montgomery et al. (2008) realizado en terneros alimentados con elevadas cantidades de concentrado da soporte a la hipótesis de Brandt y Anderson (1990). Montgomery et al. (2008) compararon la digestibilidad de diferentes tipos de grasa (sebo, aceite de maíz, aceite de lino) en el intestino delgado y observaron que ésta se encontraba entre un 81 y un 84%, no siendo diferente entre las diferentes fuentes de grasas. El valor energético del aceite de lino que se ha referenciado en el presente trabajo es el valor correspondiente al de los aceites vegetales (NRC, 2000) y se encuentra muy cercano a los valores que FEDNA (2003) otorga a fuentes de origen vegetales.

Tal y como se comenta en la introducción, el creciente interés por el uso de las semillas de lino o el aceite de lino se debe a que es un fuente rica en ácidos grasos n-3 (gráfica 1), en concreto en linolénico, C18:3. El aceite de pescado también es rico en n-3, pero a diferencia del lino, los AG son de cadenas más largas, como el ácido eicosapentaenoico (EPA)y el ácido docosahexaenoico (DHA).

La semilla de lino también es rica en proteína y la composición de aminoácidos de la semilla de lino es similar a la de la semilla de soja. Además el contenido en vitaminas es similar al de la semilla de soja con excepción del contenido en colina y tiamina; finalmente el contenido en minerales es similar a la semilla de soja excepto en magnesio, potasio, cobre, hierro y sodio (Tabla 2, adaptada de Maddock et al., 2005).

Gráfica 1. Perfil de los principales ácidos grasos de diferentes ingredientes (NRC, 2001; FEDNA, 2003; Quinn et al., 2008b)

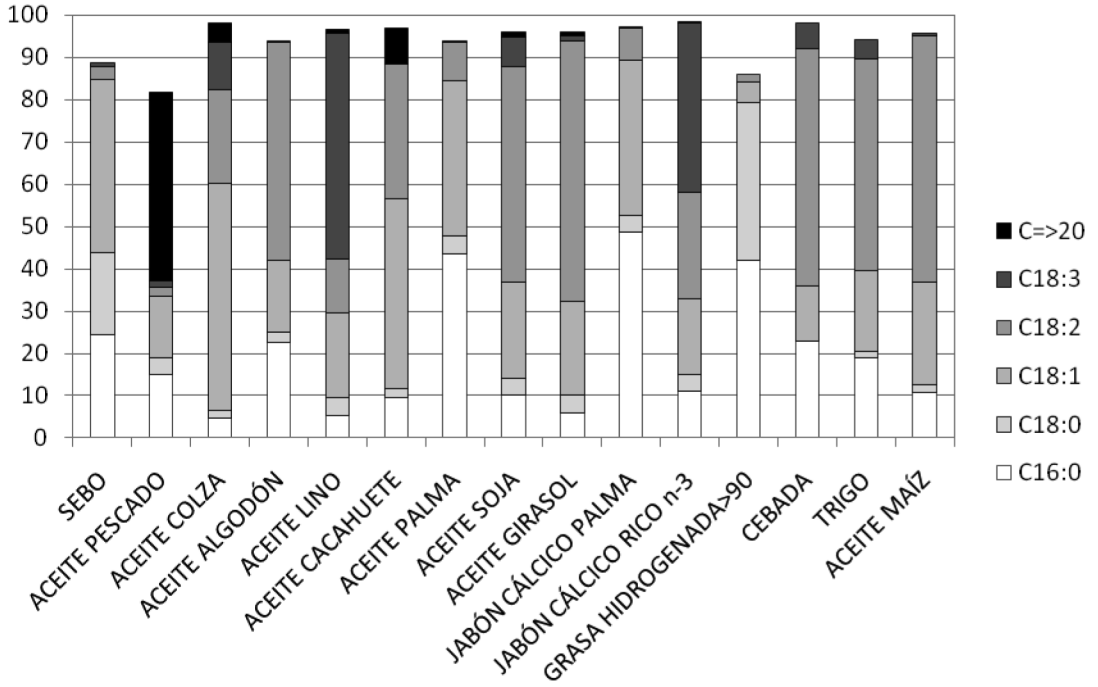


Tabla 2. Composición de vitaminas y minerales de la semilla de lino y la semilla de soja (adaptada de Maddock et al., 2005).

Sobre MF	Semilla de lino	Semilla de soja
Biotina, mg/kg	0.41	0.26
Colina, mg/kg	1512	2731
Ácido fólico, mg/kg	1.30	1.37
Niacina, mg/kg	33	22
Ácido pantoténico, mg/kg	14.7	15.0
Riboflavina, mg/kg	2.9	3.1
Tiamina, mg/kg	7.5	3.2
Vitamina B6, mg/kg	6.0	6.4
Vitamina E, mg/kg	2.0	2.3
Betacarotenos, mg/kg	0.2	0.2
Calcio, %	0.23	0.24
Magnesio, %	0.40	0.24
Fósforo, %	0.58	0.59
Potasio, %	0.78	1.81
Cobre, ppm	9	18
Hierro, ppm	47	162
Manganeso, ppm	28	36
Sodio, ppm	254	360
Zinc, ppm	38	54

Efecto de la suplementación de lino sobre los datos productivos de terneros de cebo

A pesar que en los últimos años han incrementado mucho los trabajos que estudian el efecto de la inclusión de lino en dietas para terneros con el fin de incrementar el contenido de n-3 en la carne, existen pocos que documenten el efecto del lino sobre los parámetros productivos, sobretodo sobre el consumo.

En general (ver Tabla 3) la suplementación con semilla de lino no afecta a la ganancia media diaria, el consumo, la eficiencia, y la calidad de la canal. La semilla de lino entera puede ser suplementada hasta un 18% (Mach et al., 2006) sin que se observen claros efectos negativos sobre el consumo. En el caso de los extrusionados de lino, suplemetados hasta un 15%, o la semilla de lino aplastada o molturada, suplementada hasta un 8% (Maddock et al., 2006) tampoco tienen efectos negativos sobre los parámetros productivos. Sin embargo, cuando se suplementa aceite de lino, sobretodo si se suplementa con lipasas, el consumo puede descender sin verse afectado el crecimiento (Quinn et al., 2008b).

El efecto del nivel de grasa sobre el consumo de pienso ha sido siempre muy discutido. Se cree que la adición de grasas en la ración por encima de un 3% (6% de grasa en total sobre MF) causa un descenso del consumo y en consecuencia el crecimiento puede reducirse. Las teorías que explicarían este descenso del consumo se basan en un descenso de la digestibilidad de la fibra debido a que las grasas cubrirían a la fibra protegiendola de la acción microbiana y a la toxicidad que ejercen las grasas sobre los microorganismos ruminales (Palmquist y Jenkins et al., 1980). Sin embargo, en animales alimentados con elevadas cantidades en concentrado la cantidad de fibra es muy baja y su digestibilidad no se ve afectada por la suplementación de grasas (Brandt y Anderson, 1990; Montgomery et al., 2008). Curiosamente sólo en el caso de la suplementación de aceite, jabones cálcicos ricos en linolénico, y sobretodo cuando se añaden lipasas al aceite de lino, se observa un claro descenso del consumo. Así pues, parece ser los ácidos grasos libres podrían ser el factor principal que cause el descenso del consumo (Faverdin et al., 1999). De hecho, incluso en vacuno lechero, donde el consumo de fibra y su digestibilidad son importantes, se está debatiendo el mecanismo por el cual las grasas ricas en ácidos grasos libres, jabones cálcicos y grasas hidrogenadas, pueden reducir el consumo (Choi y Palmquist, 1996). No se conocen los mecanismos a través de los cuales los ácidos grasos libres pueden inhibir el consumo, se cree que puede estar relacionados con mecanismos fisiológicos hormonales involucrados con la sensación de saciedad (Faverdin et al., 1999). En vacuno lechero se ha observado que el consumo de grasas procedentes de jabones cálcicos aumenta la concentración plasmática insulina, polipéptido pancreático y colecistoquinina, todos asociados con un descenso del consumo (Choi y Palmquist, 1996).

Tabla 3. Resumen de diferentes estudios donde se evalúa el efecto de la suplementación del lino sobre los datos productivos en terneros de cebo

Autores	Animales Raza/peso vivo	Alimentación	Nivel inclusión; porcentaje grasa ración total, descripción del control	Efecto sobre el consumo/crecimiento
Clinquart et al. (1991)	Machos Blancos Belgas PV inicial = 380 kg	40% pulpa remolacha 60% concentrado	10% semilla lino 5% grasa CTR:cereales	Ningún efecto
Choi et al. (2000)	Frisones castrados PV inicial = 396 kg	60% silo maíz 40% concentrado	6% semilla lino 5% grasa CTR: Megalac	Ningún efecto
Scollan et al. (2001)	Machos Charolais PV = 436 kg	60% silo maíz 40% concentrado	8.5% semilla lino 10% grasa CTR: Megalac	Ningún efecto
Raes et al. (2004)	Machos Blancos Belgas PV inicial = 472 kg	15% silo maíz 85% concentrado	15% linzada extrusionada o 6% lino aplastada 4.2% grasa CTR: jabón cálcico	Ningún efecto
Mach et al. (2006)	Frisones enteros PV inicial = 300 kg	90 % concentrado 10% paja	3.6, 11.2 y 18% semilla lino 5.5, 9 y 11% grasa CTR: semilla colza	Tendencia a mejores crecimientos y mayor consumo al nivel medio de grasa (independientemente del tipo de grasa)
Barton et al. (2007)	Terneras Limousine y Charolais PV = 270 kg	65% silo de maíz, 6% heno de hierba, 29% concentrado	5% extrusionado de lino 5.1% grasa CTR: dieta base con 2.8% grasa	Ningún efecto
Alberti et al. (2007)	Machos Pirenaicos PV = 280 kg	Concentrado y paja ad libitum	5% semilla lino 5% semilla lino + 210 mg vitE/kg 5.6% grasa CTR: dieta base con 5.6% grasa a base de grasa animal	Ningún efecto
Quinn et al. (2008a)	Terneras cruzadas PV = 215 kg	40% heno alfalfa, 60% concentrado	0, 2, 4 y 6% semilla de lino molturada No son isoenergéticas. Grasa: 3.1%, 3.8, 4.6 y 5.3%	Ningún efecto
Quinn et al. (2008b)	Machos Holstein-Jersey castrados PV = 450 kg	75-80 % copos de maiz	4 % aceite lino, aceite lino+lipasas, o jabón cálcico de lino 7% grasa CTR: dieta base con 3.8% de grasa	Descenso del consumo, sobretodo en el caso del aceite de lino con lipasas

Efecto de la suplementación de lino sobre el estado sanitario de terneros de cebo

En humana se han descrito diferentes efectos beneficiosos del consumo de n-3 sobre la salud (Simopoulos, 1991). Los ácidos grasos n-3 tienen efectos antiinflamatorios e inmunodepresivos demostrados tanto *in vitro* e *in vivo*, dichos efectos son consecuencia de la inhibibición de la producción de diferentes sustanacias ecoisanoides con efectos proinflamatorios (TNF_{α}, PGE_2, TXB_2) y además de otros efectos directos sobre las células del sistema inmunitario (Calder, 1996). Diferentes autores hipotetizaron (Farran et al., 2008; Quinn et al., 2008a) que la suplementación con n-3 podría ser beneficiosa durante períodos donde la respuesta inmune puede ser contraproducente como puede ser el período de la adaptación al cebo. Dichos autores estudiaron el efecto de diferentes niveles de suplementación de la semilla de lino aplastada durante un período de adaptación sin observar un efecto beneficioso claro sobre la mortalidad y la morbilidad de patologías infecciosas. La gran variabilidad animal, así como la dificultad de encontrar diferencias en parámetros de baja incidencia como es la mortalidad y morbilidad, pueden ser la causa que haya dificultado la detección de una respuesta clara a la suplementación de n-3 sobre la salud de los animales. Además en humana existen recomendaciones sobre la cantidad de n-3 que diariamente se debe consumir para observar efectos positivos sobre la salud (Simpoulous, 1991); sin embargo no se dispone de dicha información en producción animal. Ballou et al. (2008) observaron que el efecto de la suplementación de aceite de pescado sobre las proteínas de fase aguda, que se sintetizan a nivel hepático tras una inflamación, infección, o daño tisular, en terneras lactantes era dependiente de la dosis.

Otros aspectos prácticos

Cuando se suplementa el pienso con semilla de lino entera se debe tener en cuenta que la homogeneidad de la mezcla no siempre es óptima (separación tras un transporte, p.ej.). Es decir, en el caso de utilizar semilla de lino entera, los animales puede que consuman niveles de semilla de lino diferentes a los predichos en la fórmula. Ello ocurriría en mucho menor grado en el caso de suplementar semilla de lino aplastada/molturada y no ocurriría en el caso de utilizar extrusionados de lino, jabones ricos en n-3 y aceite de lino.

RESUMEN

Cuando hablamos de suplementación de lino, en cualquier de sus formas de presentación, estamos hablando de un ingrediente energético. La presentación, ya sea el procesado de la semilla entera, o el uso de extrusionados, jabones cálcicos y aceite afecta a su composición química y a su aporte energético. El perfil de ácidos grasos de los extrusionados y jabones cálcicos ricos en n-3 es diferente al perfil de ácidos grasos de la semilla o el aceite de lino.

La suplementación de la semilla de lino hasta un 18%, la semilla aplastada hasta un 8% y el extrusionado hasta un 15% parece no afectar el consumo y el crecimiento de los terneros de cebo. Sin embargo, la suplementación de un 4% de aceite o jabones cálcicos ricos en n-3, o de aceite de lino tratado con lipasas, puede causar un descenso del consumo. El mecanismo por el cual el aceite y los jabones cálcicos afectan al consumo parece estar más relacionado con mecanismos hormonales relacionados con la regulación de la saciedad que con la menor digestibilidad de la fibra.

Se está evaluando el efecto que pueda tener la suplementación de fuentes ricas de n-3 sobre la salud de los terneros, sobretodo sobre el sistema inmunitario, sin obtener resultados concluyentes hasta el momento.

Referencias

Alberti, P., G. Ripoll, F. Lahoz, B. Panea, M. Joy. 2007. ITEA. Extra 28: 762-764.

Barton, L., M. Marounek, V. Kudrna, D. Bures, R. Zahrádková. 2007. Meat Sci. 76: 517-523.

M. A. Ballou, G. D. Cruz, W. Pittroff, D. H. Keisler, y E. J. DePeters. 2008. J. Dairy Sci. 91:3478–3487

Brandt, R. T. Jr., y S. J. Anderson. 1990. J. Anim. Sci. 68: 2208-2216.

Calder, P. C. 1996. Proc. Nutr. Soc. 55: 737-774.

Choi, B.-R., y D. L. Palmquist. 1996. J. Nutr. 126: 2913-2919.

Choi, N. J., M. Enser, J. D. Wood, y N. D. Scollan. 2000. Anim. Sci. 71: 509-519.

Clinquart, A., L. Istasse, I. Dufrasne, A. Mayombo, C. Van Eenaeme, y J. M. Bienfait. 1991. Anim. Prod. 53: 315-320.

Farran, T. B., C. D. Reihnhardt, D. A. Blasi, J. E. Minton, T. H. Elsasser, J. J. Higgins, y J. S. Drouillard. J. Anim. Sci. 86: 1382-1394.

Faverdin, P. 1999. Proc. Nutr. Soc. 58:523-531.

FEDNA, 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.

Mach, N., M. Devant, I. Díaz, M. Font-Furnols, M. A. Oliver, J. A. García, y A. Bach. 2006. J. Anim. Sci. 84: 3039-3048.

Maddock, T. D., V. L. Anderson, y G. P. Lardy. 2005. NDSU Extension Service. http://www.agmrc.org/media/cms/as1283_E9EE897D14437.pdf

Maddock, T. D., M. L. Bauer, K. B. Koch, V. L. Anderson, R. J. Maddock, G. Barceló-Coblijn, E. L. Murphy, y G. P. Lardy. 2006. J. Anim. Sci. 84: 1544-1551.

Montgomery, S.P., J. S. Drouillard, T. G. Nagaraja, E. C. Titgemeyer, y J. J. Sindt. 2008. J. Anim. Sci. 86: 640-650.

NRC, Update 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle 7th Edition. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.

NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Edition. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.

Palmquist, D. L., y T. C. Jenkins. 1980. J. Dairy Sci. 63: 1-14.

Quinn, M. J., E. S. Moore, D. U. Thomson, B. E. Depenbusch, M. L. May, J. J. Higgins, J. F. Carter, y J. S. Droillard. 2008. J. Anim. Sci. 86: 3054-3061.

Quinn, M. J., E. R. Loe, B. E. Depenbusch, J. J. Higgins, y J. S. Drouillard. 2008b. Prof. Anim. Sci. 24: 161-168.

Raes, K., L. Haak, A. Balcaen, E. Claeys, D. Demeyer, S. De Smet. 2004. Meat Sci. 66: 307-315.

Scollan, N. D., N.-J. Choi, E. Kurt, A. V. Fisher, M. Enser, y J. D. Wood. 2001. Br. J. Nutr. 85: 115-124.

Simopoulos, A., 1991. Am. J. Clin. Nutr. 54: 438-463.

INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN DE VACUNO CON ALTOS NIVELES DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS EN LA CALIDAD DE SU CARNE

PERE ALBERTÍ
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN
AVENIDA MONTAÑANA 930 50059 ZARAGOZA

INTRODUCCIÓN

La carne vacuna aporta proteínas de alto valor biológico y es rica en micronutrientes como vitaminas A, B6, B12, D, E y minerales como hierro, zinc y selenio. Sin embargo, este tipo de carne tiene mala fama por la cantidad y la calidad de su grasa ya que se ha relacionado con las enfermedades cardiovasculares y con ciertos tipos de cáncer. Por esta causa el consumo de carne *per cápita* en los países desarrollados viene decreciendo en los últimos años. Ante este problema, las autoridades sanitarias han hecho una serie de recomendaciones nutricionales, así la Organización Mundial para la Salud recomendó que la grasa total, la grasa saturada, la grasa poliinsaturada n-6, la grasa poliinsaturada n-3 y la grasa trans debían aportar <15-30%, <10%, <5-8%, <1-2% y <1% de la energía ingerida, respectivamente. La reducción de la ingestión de grasa saturada es muy importante ya que su consumo conlleva el aumento de la tasa plasmática del colesterol total y del colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL). Otros alimentos de origen animal que también tienen esta problemática, como los huevos o la leche, han modificado el perfil de sus grasas enriqueciéndolas en omega 3 (n-3) ya sea modificando la dieta de los animales productores o adicionando estos ácidos grasos en el producto final.

Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados están los omega 6 (linoleico, α-linoleico y araquidónico) y los omega 3 (α-linolenico (ALA), eicosapentanoico (EPA), docosapentanoico (DPA) y docosahexanoico (DHA)). Cuando los concentrados son muy ricos en maíz y torta de soja el ganado deposita una mayor proporción de ácidos omega 6 que de omega 3. Posteriormente cuando consumimos esa grasas poliinsaturadas ambas necesitan la misma enzima y compiten durante el proceso metabólico. Esto conduce a que se recomiende que la relación entre los ácidos poliinsaturados y los grasos saturados (P/S) sea >0,45) y que la proporción n-6/n-3 sea inferior a 5, aunque no está claro que haya un valor óptimo. Por ello, mejor que atender esa relación la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2009) propuso una ingestión diaria de 2 a 3 g de ácido alfa linoleico y 250 mg de ácidos grasos poliinsaturados n-3 (EPA y DHA) que se relaciona con el consumo que hacen las poblaciones sanas de enfermedades cardiovasculares. El aumento del consumo de ácidos grasos poliinsaturados n-3 es recomendable ya que son esenciales y dos de esos ácidos grasos, el eicosapentanoico (EPA) y el docosahexanoico (DHA) ejercen una importante acción en la reducción de las enfermedades cardiovasculares, además son necesarios para el desarrollo y funcionamiento cerebral y visual.

Por otra parte, se sabe que las grasa poliinsaturadas son más sensibles a la oxidación lipídica al entrar en contacto con ambientes agresivos de exceso de oxígeno, con metales o con presencia de luz, principalmente. Por ello, la modificación del perfil lipídico de la carne aumentando su fracción poliinsaturada debe ir acompañada de una prevención y control de la oxidación que acortaría su vida útil debido a la aparición de olores y sabores a rancio, o bien a la rápida oxidación de los pigmentos musculares que causarían que la oximioglobina de color rojo cereza pasase más rápido a metamioglobina de color marrón- pardo propio de carne alterada.

La grasa intramuscular está en el tejido adiposo intramuscular y en las fibras musculares. El tejido adiposo está compuesto por adipocitos, aislados o agrupados, a lo largo de las fibras y en la zona interfascicular y contiene triglicéridos principalmente, mientras que los lípidos de las fibras son gotas de triglicéridos en el citosol, fosfolípidos y colesterol. En las fibras musculares se almacenan relativamente poca cantidad de triglicéridos, mientras que el contenido de fosfolípidos es relativamente constante y está menos influido por la especie, raza, nutrición y edad (Raes *et al*., 2004). Además, según el tipo de músculo (oxidativo como el diafragma o glicolítico como el lomo o la tapa) la concentración de fosfolípidos varía, ya que es más alta en los músculos oxidativos, debido a que tienen más cantidad de mitocondrias. Los fosfolípidos se caracterizan por su alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), entre el 20 y el 50% del total de ácidos grasos. Mientas que el contenido en triglicéridos varía ampliamente entre 0,2 y 5 g/ 100 g de ácidos grasos totales y depende del nivel de engrasamiento, la raza y el tipo de músculo. La mayor parte de los ácidos grasos de los

triglicéridos son saturados y monoinsaturados mientras que los poliinsaturados (linoleico y linolénico) contenidos en los triglicéridos pueden variar entre 2 y 30 g/100 g del total de ácidos grasos. Los PUFA de los triglicéridos están influidos principalmente por la especie, así el vacuno tiene del 2 al 3% y el porcino del 7 al 15% de PUFA en los triglicéridos.

EFECTO DE LAS DIETAS ENRIQUECIDAS CON N-3 EN LAS RELACIONES N-6/N-3 Y P/S DE LA GRASA.

En la bibliografía reciente sobre la producción de carne de rumiantes enriquecida en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 muchos trabajos han estudiado el efecto de la composición de la grasa de la dieta en la variación de la deposición de los ácidos grasos de la grasa intramuscular de la carne pero no todos han estudiado como afecta esta variación después a la calidad de la carne y la alteración de su vida útil. Las variaciones en la deposición de grasa tienen un efecto en la composición de los ácidos grasos, independiente de la especie la raza o la dieta. El contenido de ácidos grasos saturados y monoinsaturados aumenta más rápido que los PUFA con el engrasamiento, lo que conduce a una disminución en la proporción relativa de PUFA y consecuentemente en una disminución de la relación P/S. Por otro lado, la relación n-6/n-3 depende del contenido de las fracciones de los fosfolípidos y los triglicéridos, por los cual está relación está más afectada por la dieta que por la genética del animal. La dieta es el factor que mayor influencia tiene en la composición de los ácidos grasos en vacuno mientras que la dieta y la genética, ambos afectan el nivel de engrasamiento (Scollan *et al*., 2006).

En un experimento realizado por Scollan *et al*. (2001a) con terneros castrados de raza Charolesa cebados con una dieta mixta 60:40, forraje:concentrado, se formularon los concentrados con distintos tipos de grasa: aceite de palma protegida, semilla de lino, aceite de pescado, lino y aceite de pescado. A nivel ruminal los PUFA procedentes de distintos tipos de lípidos, aceite de palma protegido rico en C16:0, semillas de lino ricas en C18:3n-3, o aceite de pescado ricos en ácidos poliinsaturados de cadena larga C20:5n-3 y C22:6n-3 son hidrogenados en su mayor parte. No obstante, aunque al lino su cubierta no le protege totalmente del ataque y la hidrogenación en el rumen (Scollan et al., 2001b), el flujo de C18:3n-3 que llegó al intestino delgado fue el doble que para el aceite de palma. Sin embargo, la semilla de lino no modificó la relación P/S que permaneció invariable en 0,07. La semilla de lino no solo aumentó el nivel de C18:3n-3 en los fosfolípidos y lípidos neutros del músculo sino que aumentó también la síntesis de C20:5n-3. Por ello la relación 18:2n-6 / 18:3n-3 fue menor en las tres dietas con grasa insaturada respecto al control, en la deposición en músculo y en el tejido adiposo. Además, cuando esta relación se calculó como total n-6/ total n-3, aún fue menor, siendo doble en el control respecto al aceite de pescado.

De forma general se puede asegurar que los aceites de pescado, o de semillas vegetales o las semillas oleaginosas no afectan la relación P/S de las grasas de la carne de los rumiantes que las consumen. Este efecto fue evidenciado por De Smet *et al*. (2004) que concluyeron que en rumiantes la relación P/S está influida principalmente por el nivel de engrasamiento del animal y secundariamente por la dieta o nutrición. Este menor efecto de la nutrición en la relación P/S es particularmente importante en rumiantes ya que una buena parte de los ácidos grasos de la dieta son hidrogenados en el rumen, algo que no ocurre con los monogástricos.

Choi *et al*. (2000) realizaron un experimento de cebo de terneros castrados Holstein (H) y Welsh Black (WB) con dietas 60:40, forraje:concentrado, con silo de ray-grass y tres tipos de piensos formulados con aceite de palma rico en C16:0 palmítico; semilla de lino rica en ácidos linolénico C18:3 n-3 tratada con formaldehido y semilla lino tratada junto con aceite de pescado. La semilla de lino tuvo poco efecto en la relación P/S debido a la elevada biohidrogenación en el rumen, y tampoco hubo diferencias entre las dos razas de terneros. No obstante, al recalcular la relación quitando el ácido esteárico (18:0) que no es hipercolesterolémico e incluyendo el trans 18:1 que sí lo es, aparecieron diferencias entre razas, ya que la relación P/S fue significativamente superior para la raza Welsh Black (0,11) vs. (0,08) Holstein. El músculo *Longissimus dorsi* de Welsh Black presentó menor contenido de grasa intramuscular, lo cual conduce a que la relación P/S sea mayor (De Smet *et al*. 2004). Ambas dietas con lino y lino más aceite de pescado que aportaban n-3 hicieron disminuir la relación n-6/n-3 en ambas razas con respecto a la dieta testigo, 1,98 (H) y 1,57 (WB) con el suplemento de lino, 2.05 (H) y 1.7 (WB) con suplemento de lino y aceite de pescado y 3,43 (H) y 2,71 (WB) con el suplemento control. En la raza Holstein que estaba más engrasada el efecto fue más evidente

En otro estudio, terneros de gran conformación y engrasamiento tardío, como es la raza Azul Belga, fueron cebados con pienso con soja o bien con lino extrusionado (17,7%) o lino aplastado (6,8%) (Raes *et al*., 2004). La suplementación con lino aumentó la deposición de ácidos grasos n-3 en la grasa intramuscular sin aumentar los n-6, con lo cual la relación n-6/n-3 decreció a valores entre 3,5 y 4,1 mientras que con semilla de soja esta relación fue significativamente mayor, de 6,2.

Parecidos resultados obtenidos en vacuno pueden hallarse con este tipo de dietas en el cebo de corderos. Así, Bas *et al*. (2007) realizaron un experimento de cebo de corderos, machos y hembras alimentados con pienso con distintas proporciones de lino extrusionado 0%, 3%, 6% y 9%. La suplementación con lino aumentó linealmente la proporción de

ácido linolénico en las grasas subcutánea, perirrenal e intramuscular, aunque tuvo poco efecto en los n-3 de cadena larga. Aumentaron los PUFA de la grasa intramuscular y la relación n-6/n-3 bajó de 6,8 en machos y 4,8 en hembras alimentados con la dietas sin lino a 2,8 en machos y 2,7 en hembras con la dieta de 9% de lino. Aunque, un aspecto no deseado fue el aumento de la proporción de ácido C18:1 *trans*-10 lo cual no resulta recomendable para la salud del consumidor.

EFECTO DE LAS DIETAS ENRIQUECIDAS CON N-3 EN LA COMPOSICIÓN DE LA GRASA, EN LA CALIDAD DE LA CARNE Y EN SU VIDA ÚTIL.

La modificación de la composición de la grasa aumentando la proporción de los ácidos grasos poliinsaturados puede comportar alteraciones en la calidad del producto, ya sean la aceleración de la oxidación lipídica y aparición de olores y sabores a rancio, o la alteración del color de la carne debido a la oxidación de los pigmentos musculares, todo ello acortará su vida útil. Se ha comprobado que la oxidación lipídica de la carne aumenta a lo largo del tiempo de exposición de la carne. Este aumento no es lineal sino que las diferencias entre los primeros cuatro días son menores que entre el cuarto y el noveno días de exposición (Campo *et al*., 2006). Estos autores encontraron que la mayor oxidación se dio en las dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados protegidos mientras que la menor oxidación lipídica se dio en las dietas control y en la dieta de pasto, probablemente debido a la mayor saturación de su grasa en las dietas control y al mayor contenido en vitamina E del pasto. Además establecieron que el valor de 2 mg de malonaldehido/kg músculo puede considerarse el límite máximo de enranciamiento para ser aceptado por el consumidor de con carne de vacuno. Es difícil de valorar el punto en el cual la carne será rechazada por su oxidación lipídica según la percepción sensorial del consumidor. La percepción depende del umbral individual que puede variar en función de la experiencia personal, entre otros factores. Pero el valor umbral indica el punto en el cual el estimulo puede ser percibido, y no necesariamente en el cual puede producir un rechazo del producto.

Vatanserver *et al*. (2000) realizaron un experimento con terneros castrados cruce de Charolés, Holstein y Welch Black cebados con una dieta mixta 60:40 silo de hierba: concentrado, con una suplementación de semilla de lino, aceite de pescado y mezcla de las dos, y en control Magalac (rico en palmítico). La relación P/S de la grasa intramuscular se mantuvo baja ya que los lípidos se hidrogenaron en el rumen. La inclusión de n-3 acercó la composición de los ácidos grasos a las recomendaciones nutricionales, pero aumentó la oxidación lipídica en la exposición del producto (filetes, carne picada y hamburguesas). Además con aceite de pescado la oxidación lipídica aún fue mayor y el color durante la vida útil se redujo significativamente, apareciendo notas de rancio y a pescado en la valoración sensorial.

En un estudio realizado por Warren *et al*. (2004) terneros de las razas Charolesa y Stabiliser fueron cebados con concentrado control, concentrado suplementado con 0,5 kg/d de lípidos protegidos (aceites de soja, lino o girasol en relación 1:1 de 18:2n-6:18:3n-3) y concentrado suplementado con 1 kg/d de lípidos. Los animales que recibieron los lípidos protegidos tuvieron un aumento de la relación de ácidos grasos P/S. Mientras que la relación n-6/n-3 fue ligeramente superior para los terneros de ambas razas que recibieron las grasa protegidas, (para la raza Charolesa fue de 2,4 y 2,7 suplementados con 0,5 y 1 kg/d respectivamente, respecto al control 2,3), no obstante la relación permaneció baja e inferior a 4. El aumento de la relación n-6/n-3 se debió a la composición 1:1 de los lípidos protegidos. La modificación ocurrida en la composición de los ácidos grasos influyó en la vida útil de la carne, medida durante 7días en exposición, ya que la oxidación de los lípidos fue mayor y la saturación del color de la carne menor (color marrón) en los animales que recibieron la suplementación de lípidos protegidos.

En otro trabajo de añojos de raza Simmental y Holstein se cebaron en un sistema de pastoreo y acabado con heno y silo de hierba suplementado con un concentrado (rico en n-3) con el 10% de semilla de lino vs. un sistema de cebo con silo de maíz, heno y concentrado (rico en n-6) (Nuernberg *et al*. 2005). Los resultados evidenciaron que la relación n-6/n-3 disminuyó a valores próximos 2 para los animales de ambas razas cebados con el sistema basado en pasto y silo de hierba suplementado con n-3, mientras que esa relación permaneció entre 6,5 y 8,3 para Holstein y Simmental respectivamente, con el sistema de cebo con concentrado. Los animales del pasto tuvieron un menor porcentaje de grasa intramuscular que los cebados con concentrado. La relación P/S de 0,33 en la raza Simmental del sistema de pasto tendió a ser ligeramente superior a la de los demás lotes que fue alrededor de 0,2 todos ellos inferiores a las recomendaciones nutricionales de P/S>0,45. Además, hay que considerar desde el punto de vista nutricional que también aumentó el porcentaje de C18:1 *trans6-trans*11 de la grasa intramuscular de lomo. Sin embargo, la grasa intramuscular de los animales cebados en el sistema de pasto tuvo mayor concentración de ácido linoleico conjugado (CLA *cis* -9, *trans* -11) 0,86% en sistema pasto suplementado con el concentrado n-3 vs. 0,72% en sistema silo suplementado con el concentrado n-6. El color de la carne del sistema pasto con el suplemento de lino fue más oscura (menor claridad) y fue más dura (medida por fuerza al corte, a los 12 días de maduración) y también tendió a ser valorada como más dura por el panel sensorial que además le dio mayores notas de sabor a pescado y una menor valoración global. Los animales en el pasto tuvieron una ganancia media diaria muy baja, de solo 0,9 kg/d.

Mach *et al*. (2006) estudiaron dos tipos de grasa: semilla de colza mejorada baja en ácido erúcico y glucosinolatos

(comercializada como *canola*) o de semilla de lino. Con tres niveles de inclusión (5%, 8%, 11%) en la dieta en terneros de raza Holstein. Concluyeron que la relación P/S tendió a ser mayor en los terneros suplementados con lino (0,36) que en los que recibieron colza (0,30). La relación n-6/n-3 fue menor en los terneros que consumieron lino (10,0) que en los que consumieron colza (26,0) y decreció linealmente con el nivel de lípidos de la dieta. En el lote que consumió el 11% de lino la relación n-6/n-3 de 6,3 fue más próxima a las recomendaciones nutricionales, que la sitúan alrededor de 5. En cuanto a la calidad del producto, el tipo de gasa de la dieta o su nivel de inclusión no afectaron las características de la canal, ni el color de la carne medido a los 15 minutos de oxigenación, cuyos valores cromáticos variaron entre 38,3 y 39,6 para la claridad, 12,5 y 14,4 para el índice de rojo y 3,7 y 4,8 para el índice de amarillo, entre dietas y niveles.

En un trabajo llevado a cabo por Maddock *et al*. (2006) la inclusión de un 8% de semilla de lino entero, aplastado o molido en la dieta de cebo de terneras produjo en el músculo *Longissimus dorsi* una mayor proporción de ácidos grasos n-3 en las fracciones de fosfolípidos y lípidos neutros. Así la relación n-6/n-3 de los fosfolípidos de la grasa intramuscular en las dietas de lino varió entre 4,1 y 3,5 significativamente menor que la del músculo de las terneras cebadas con en pienso control que fue 5,9 y en los lípidos neutros varió entre 3,58 y 4,22 las de lino vs. 6,91 el control. La relación P/S no tuvo diferencias significativas entre tratamientos variando de 1,76 a 1,82 en los fosfolípidos aunque sí fue significativa en los lípidos neutros que fue de 0,046 en el control vs. 0,065 en el lino. La inclusión de un 8% de semilla de lino en la dieta de cebo de estas terneras no afectó la dureza instrumental de su carne ni su valoración sensorial de terneza o intensidad del flavor, aunque fue evaluada como menos jugosa.

Al contrario de otros estudios la relación P/S de la grasa intramuscular fue menor en los terneros cebados con silo de pradera (de 0,04 a 0,09) que los cebados a pienso (de 0,10 a 0,22) (Aberdeen Angus de 24 a 14 meses) y además fue muy baja. Asimismo la concentración de CLA fue mayor en las dietas de concentrado que en las de silo de pradera (Warren *et al*. 2008). Los autores sugieren que estos inesperados resultados posiblemente se debieron a un desequilibrio en la relación energía-proteína de la dieta de silo de pradera. La relación n-6/n-3 fue menor en las dietas de silo de pradera, que variaron entre 1,0 a 1,3 mientras en las de concentrado variaron entre 9,0 a 16,2. La carne de los terneros cebados con silo de pradera presentó menor oxidación lipídica en los filetes del lomo medidos a 4 y 7 días de exposición y una mayor estabilidad del color (saturación) en bandejas en MAP (O_2:CO_2; 75:25), que los cebados con concentrado debido a la superior concentración de vitamina E procedente del pasto.

Albertí *et al*. (2007) cebaron terneros de raza Pirenaica con un pienso que contenía un 5% de semilla de lino y dos niveles de Vitamina E (20 y 220 UI/kg pienso) y con pienso testigo hasta llevar los animales a dos niveles de engrasamiento. La inclusión de lino en la dieta no modificó la relación P/S de los ácidos grasos de la grasa intramuscular, a pesar que los animales que consumieron las dietas de lino tendieron a un mayor porcentaje de grasa intramuscular (1,4%) que los que consumieron la dieta control (0,9%). El aporte de lino tuvo un efecto significativo en la deposición de ácido linolénico en la carne, así como en el total de ácidos grasos n-3. Por ello se redujo la relación n-6/n-3 a valores más cercanos a las recomendaciones dietéticas, ya que pasaron de 9,5 y 9,7 en la dietas control a 5,6 y 4,9 en las dietas de lino, para los dos niveles de engrasamiento (Sarriés *et al*., 2009). La inclusión de lino en la dieta no modificó el color de la carne en bandejas cubierta con film permeable al oxígeno durante los 14 días de exposición (Ripoll *et al*., 2007). Sin embrago, se dieron diferencias significativas entre las carnes de los animales sacrificados a distinto estado de engrasamiento, ya que la carne de los que se sacrificaron con menor engrasamiento presentaron una carne más luminosa y de aspecto más pálido (menor índice de rojo y croma y mayor tono) que la de los animales sacrificados a mayor engrasamiento. En la prueba de la calidad sensorial (Campo *et al*., 2009) en el estudio de los efectos dieta, nivel de engrasamiento y tiempo de maduración (2 y 14 días en vacío) no se hallaron diferencias en la valoración sensorial de la carne debida a la distinta composición del pienso de cebo. Sin embargo, se evidenció que la carne madurada 14 días en vacío fue más tierna, menos fibrosa, con mayor intensidad de flavor vacuno, rancio y ácido que la que tuvo una maduración de sólo 2 días. Asimismo, la carne de los terneros con mayor engrasamiento tuvo mayor nota de terneza, intensidad olor rancio, intensidad flavor vacuno, intensidad flavor ácido y menor nota de fibrosidad. Asi pues el efecto de la dieta (con el 5% de lino) en la calidad de la carne estuvo por debajo de los efectos nivel de engrasamiento o tiempo de maduración. Posteriormente, con carne descongelada (Albertí *et al*., 2009) se fileteó y se puso en bandejas con atmósfera protectora 80 % O_2 y 20% CO_2 midiendo su oxidación lipídica a 0, 4 y 10 días por la técnica del ácido tiobarbitúrico. La composición del pienso no dio diferencias significativas en los valores de oxidación lipídica, únicamente se apreció una tendencia en la dieta de lino suplementada con vitamina E a menores valores de oxidación lipídica, que alargaría su vida útil entre 1 y 2 días respecto a las otras dietas.

Los rumiantes pueden basar su alimentación en los pastos y forrajes. La alimentación en pastoreo de leguminosas aumenta el contenido de PUFA más que con gramíneas. (Richardson, 2005). La alimentación de terneros castrados de raza Hereford en base a pasto de pampa aumentó los PUFA, el CLA, la relación P/S y disminuyó la relación n-6/n-3 (Realini *et al*., 2004). La grasa subcutánea suele resultar más amarillenta que la de los animales cebados con concentrado. Además la carne de los animales criados en pasto puede resultar ligeramente menos clara, aunque puede tener un adecuado color durante el tiempo de exposición. El pasto tiene mayor concentración de α-tocoferol (equivalente a 1000

UI/animal-día) por lo cual los filetes de carne de los animales que pastaron es más estable a la oxidación lipídica. Según Wood *et al*. (2003) el pasto también aporta antioxidantes naturales incluyendo la vitamina E que ayudan a estabilizar los PUFA y previenen su deterioro durante el tiempo de exposición.

También con terneros castrados de raza Rubia Gallega alimentados con pasto y silo y posteriormente acabados a pasto o a pienso, Varela *et al*. (2004) encontraron que, la grasa intramuscular tuvo una menor relación n-6/n-3 de 1,8 aunque la relación P/S no varío por efecto del tipo de acabado (0,3). En cuanto a la calidad de la carne, su color no presentó diferencias significativas pero con el acabado a pasto la grasa subcutánea fue más amarillenta.

Con terneros cebados pienso, ensilado de maíz o con ensilado de pradera suplementados con pienso Zea *et al*. (2007) encontraron que la grasa intramuscular de los animales que consumieron las dietas de ensilados tuvieron menores cantidades de ácidos grasos saturados y ácidos grasos n-6; mayores cantidades de PUFA, ácidos grasos n-3 y ácidos grasos poliinsaturados, con una mayor relación P/S y una menor relación n-6/n-3, respecto a los cebados con pienso. El color de la grasa subcutánea de los terneros cebados con ensilado de pradera fue ligeramente más amarilla y el color del músculo un poco menos pálido que la de los cebados a pienso. No se hallaron diferencias de dureza instrumental entre la carne de los animales cebados con las tres dietas.

Wood *et al*. (2003) establecieron que superar el límite del 3% de 18:3 sobre el total de los ácidos grasos de la grasa depositada en el músculo tiene efectos adversos en el flavor detectado por los panelistas, ya que se perciben con mayor intensidad olores de pescado (Campo *et al*., 2003). Sin embargo, en terneros que pastaron alfalfa suplementados con 2 kg de cebada que tuvieron la grasa intramuscular con un 7,3% de n-3 del total de ácidos grasos, el panel sensorial no detectó olores ni flavores significativamente distinto de los animales cebados con concentrado (Blanco *et al*., 2010).

La producción de carne de vacuno que tenga una grasa intramuscular con una mayor relación P/S y una menor relación n-6/n-3 en la composición de sus ácidos grasos sería el objetivo a conseguir en estos momentos para poder ofrecer este producto a los consumidores. Además esta modificación no debería alterar la calidad de la carne ni reducir su vida útil. Según la bibliografía actual consultada, parece que el aumento de la relación P/S está más ligada a la genética del animal que a la dieta de cebo y que el aumento del estado de engrasamiento determina la disminución de la relación P/S. Además, los fosfolípidos de las membranas celulares tienen una composición más estable y menos modificable por la dieta que los triglicéridos de los adipocitos. Mientras que la relación n-6/n-3 puede modificarse más fácilmente por la dieta al incluir fuentes de grasas poliinsaturadas protegidas frente a la hidrogenación del rumen. Los aceites y tortas de soja y girasol ricos en n-6 tienden a aumentar la relación n-6/n-3 de la grasa intramuscular mientras que los aceites de pescado y de lino, la semilla de lino o el pasto tenderán a hacer disminuir la relación n-6/n-3. De los resultados de de la bibliografía se desprende que tras la modificación de la relación n-6/n-3 de la grasa, la calidad de la carne puede a veces variar dado que la oxidación lipídica suele aumentar si no se ha suplementados la dieta con vitamina E (345 UI vitamina E/kg concentrado, unas 1000 UI vitamina E al día) y pueden a parecer olores a pescado o rancio en el momento del consumo del producto. La adición de semilla de lino o aceites protegidos en forma de jabones en proporciones que la el extracto etéreo del concentrado supere el 5,5% y alcance el 11% ha permitido modificar favorablemente el perfil de los ácidos grasos de la grasa intramuscular sin perjudicar la calidad de la carne ni su vida útil.

En los sistemas de producción basados en pastos y forrajes, las modificaciones que se pueden encontrar como una mayor dureza de la carne o el color del músculo menos pálido están más ligadas a otros factores del sistema de producción que a la variación en la composición de los ácidos grasos.

CONCLUSIONES

La relación entre los ácidos grasos poliinsaturados y saturados (P/S) es bastante estable y está más influida por la precocidad de deposición de grasa de la raza que por la composición de la dieta.

Pueden utilizarse dietas con semillas oleaginosas y grasa protegidas que hagan aumentar la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados de la grasa intramuscular haciéndola más recomendable para la prevención de enfermedades cardiovasculares y ajustándose mejor a las recomendaciones nutricionales de las Autoridades Sanitarias.

La inclusión en las dietas de cebo de rumiantes de semillas oleaginosas o aceites y grasas protegidas que aporten ácidos grasos n-3 tienen un efecto positivo en la modificación del perfil de los ácidos grasos de la grasa intramuscular lo cual aumenta el aporte de n-3 y reduce la relación n-6/n-3. Con este tipo de dietas de cebo ricas en grasas n-3 pueden obtenerse en la grasa intramuscular relaciones n-6/n-3 por debajo de 4 sin que se alteren los parámetros de oxidación lipídica o color de la carne.

Las modificaciones tendentes a aumentar los n-3 y los n-6 deben de limitar el aumento de los ácidos grasos C18:1 *trans*-10 en la grasa intramuscular.

La utilización de aceites de pescado protegidos tiende a producir mayores oxidaciones y olores y sabores anómalos en la carne.

Las dietas de pastos que aportan grasas n-3 también son ricas en antioxidantes naturales tocoferoles que previene la oxidación y estabilizan el color del músculo.

BIBLIOGRAFÍA

Albertí P., Ripoll G., Lahoz F., Panea B., Joy M. 2007. Utilización de semilla de lino en pienso de terneros: efecto en los parámetros productivos. En *XII Jornadas sobre Producción Animal AIDA.*Vol. extra 28, 762-764.

Albertí P., Olleta J.L., Roncalés P., Ripoll G., Muela E., Panea B., Camo J., Joy M. 2009. Efecto de la inclusión de lino en el pienso de terneros sobre la vida útil de la carne envasada en atmósfera modificada o en film permeable al oxígeno. En *XIII Jornadas sobre Producción Animal AIDA.* M. Joy, J. H. Calvo, C. Calvete, M. A. Latorre, I. Casasús, A. Bernués, B. Panea, A. Sanz, J. Balcells (Eds.). AIDA, Zaragoza. pp.556-558.

Bas P., Berthelot V., Pottier E., Normand J. 2007. Effect of linseed on fatty acid composition of muscles and adipose tissues of lambs with emphasis on trans fatty acids. Meat Sci. 77, 678-688.

Blanco M., Casasús I., Ripoll G., Panea B., Albertí P. 2010. Lucerne grazing compared with concentrate-feeding slightly modifies carcase and meat quality of young bulls. Meat Sci. 84, 545-552.

Campo M.M., Nute G.R., Wood J.D., Elmore S.J., Mottram D.S., Enser M. 2003. Modelling the effect of fatty acids in odour development of cooked meat in vitro: part I sensory perception. Meat Sci. 63, 367-375.

Campo M.M., Nute G.R., Hughes S.I., Enser M., Wood J.D., Richardson R.I. 2006. Flavour perception of oxidation in beef. Meat Sci. 72, 303-311.

Campo M.M., Oleta J.L., Sañúdo C., Albertí P. 2009. Efecto de la alimentación con lino y el envasado en atmósfera protectora sobre la oxidación en carne de vacuno: análisis sensorial. En *XIII Jornadas sobre Producción Animal AIDA.* M. Joy, J. H. Calvo, C. Calvete, M. A. Latorre, I. Casasús, A. Bernués, B. Panea, A. Sanz, J. Balcells (Eds.). AIDA, Zaragoza. pp.559-561.

Choi N. J., Enser M., Wood J. D., Scollan N. D. 2000. Effect of breed on the deposition in beef muscle and adipose tissue of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids. Anim. Sci. 71, 509–519.

De Smet S., Raes K., Demeyer D. 2004. Meat fatty composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Anim. Res. 53, 81-98

Mach N., Devant M., Díaz I., Font-

Furnols M., Oliver M.A., García J.A., Bach A. 2006. increasing the amount of n-3 fatty acid in meat from young Holstein bulls though nutrition. J. Anim. Sci. 84, 3039-3048.

Maddock T.D., Bauer M-L., Koch K.B., Anderson V.L., Maddock R.J., Barcelo Coblijn G., Murphy E. J., Lardy G.P. 2006. Effect of processing flax in beef feedlot diets on performance, carcass characteristics, and trained sensory panel rating. J. Anim. Sci. 84, 1544-1551.

Nuernberg K., Dannenberger D., Nuernberg G., Ender K., Voigt J., Scollan N., Wood J.D., Nute G.R., Richardson R.I. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. Livest. Prod. Sci. 94, 137–147

Raes K., Haak L., Balcaen A., Claeys E., Demeyer D., De Smet S. 2004. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-mucled Belgian Blue young bulls. Meat Sci. 66,: 307-315.

Realini C.E., Duckett .K., Brito., Dalla Rizza M., De Mattos D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. Meat Sci. 66, 567-577.

Richardson R.I., Costa P., Nute G.R., Scollan N.D. 2005. The effect of feeding red clover silage on polyunsaturaed fatty acid and vitamin E content, sensory, colour and lipid oxidative shelf life of beef loin steacks. In Proceedings of the 51st international congress of meat science and technology, Baltimore, USA, M50.

Ripoll G., Albertí P., Panea B., Joy M. 2007. Efecto de la inclusión de lino y vitamina E en la dieta sobre la evolución del color de la carne de terneros de raza Pirenaica. En *XII Jornadas sobre Producción Animal AIDA.*Vol. extra 28, 765-767.

Sarriés M.V. Beriain M.J., Insausti K., Arana A., Purroy A. 2009. Composición en ácidos grasos de la carne de terneros de raza Pirenaica alimentados con lino. En *XIII Jornadas sobre Producción Animal AIDA.* M. Joy, J. H. Calvo, C. Calvete, M. A. Latorre, I. Casasús, A. Bernués, B. Panea, A. Sanz, J. Balcells (Eds.). AIDA, Zaragoza. pp.562-564.

Scollan N. D., Choi N. J., Kurt E., Fisher A. V., Enser M., Wood J. D. 2001a. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. Br. J. Nut. 85, 115–124.

Scollan N.D., Dhanoa M.S., Choi N.J., Maeng W. J., Enser M., Wood J.D. 2001b. Biohydrogenation and digestion of long chain fatty acids in steers fed on different sources of lipid .J. of Agricultural Sci., Cambridge. 136, 345-355.

Scollan N., Hocquette J.F., Nuernberg K., Annenberger D., Richardson I., Moloney A. 2006. Innovation in beef production sytems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Sci. 74, 17-33.

Varela A., Oliete B., Moreno T., Portela C., Montserrat L., Carballo J.A. Sánchez L. 2004. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. Meat Sci. 67, 515-522.

Vatanserver L., Kurt E., Enser M., Nute G.R., Scollan N.D., Wood J.D., Richardson R.I. 2000. Shelf life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in n-3 polyunsaturated fatty acid composition. Anim. Sci. 71, 471-482.

Warren H.W., Richardson R.I., Wood J.D. & Scollan N.D. 2004. Effect of including a ruminally protected lipid supplement in the diet of bulls on fatty acids and other aspects of meat quality. In Proceedings of the Br. Soc. Anim. Sci. (p. 85) April 2004, York, UK.

Warren H.E., Scollan N.D., Enser M., Hughes S.I., Richardson R.I., Wood J.D. 2008. Effects of breed and concentrate or grass diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. Meat Sci. 78, 256-269.

Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Sci. 66, 21-32.

Zea Salgueiro J. Díaz Díaz M.D., Carballo Santaolalla J. A. 2007. Efecto del sistema de producción y del sexo en la calidad de la carne de vacuno joven. Arch. Zootec. 56, 817-828.

INFLUENCIA DEL CONSUMO DE CARNE Y LECHE ENRIQUECIDAS CON ÁCIDOS GRASOS N-3 Y N-6 SOBRE LA SALUD HUMANA

MM CAMPO
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. DEP. PRODUCCIÓN ANIMAL Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS.
MIGUEL SERVET 177, 50013-ZARAGOZA.
marimar@unizar.es

Introducción

Las recomendaciones sobre la ingesta de determinados macroelementos en la alimentación humana (Tabla 1) se centran, normalmente, en la reducción de la ingesta total de grasa, más específicamente de colesterol, grasa saturada y ácidos grasos *trans*, con el objetivo de mejorar la salud de la población a través de la alimentación (German et al., 2009). Estas recomendaciones se han basado en la relación entre el consumo de grasa saturada y el riesgo de padecer algún tipo de enfermedad, especialmente cardiovascular. La industria alimentaria, bajo estas premisas, ha hecho un esfuerzo notable en la reducción del contenido graso de los alimentos, especialmente del nivel de saturación y de las grasas *trans* de origen industrial. Sin embargo, la alteración en el consumo de grasa a partir de diversos alimentos puede tener importantes consecuencias. De esta manera, la reducción en la ingesta de productos lácteos o cárnicos, por ejemplo, tendría un efecto directo en la salud pública más importante que la simple reducción en el contenido total de grasa (Tabla 2), debido a la gran cantidad de otros nutrientes que contienen, como aminoácidos, vitaminas o minerales (NHMRC, 2006). Por ello, parece imprescindible comprobar si hay alguna evidencia científica que apoye estas recomendaciones.

La grasa que se ingiere es, fundamentalmente, en forma de triacilglicerol, que está formado por tres ácidos grasos y un alcohol. Junto con proteínas, carbohidratos y alcohol, la grasa es la mayor fuente de energía para el organismo, con aproximadamente 9 kcal /g liberado durante su uso. Sin embargo, los ácidos grasos forman parte de otros muchos procesos vitales, además del de reserva energética, entre los que se encuentran: el estructural, formando las bicapas lipídicas de las membranas celulares o acumulándose formando depósitos en los organismos que los protegen mecánicamente, aislan térmicamente e incluso impermeabilizándolos (lana, plumas...), el catalizador, facilitando determinadas reacciones químicas u hormonales en los seres vivos, formando parte de ciertas vitaminas, hormonas esteroideas o prostaglandinas y el transportador, a través de lipoproteínas.

Los ácidos grasos se pueden clasificar de acuerdo al número de dobles enlaces que presentan. Los ácidos grasos saturados (SFA) no tendrían ningún doble enlace; los monoinsaturados (MUFA) tendrían uno y, a partir de dos dobles enlaces, se consideran poliinsaturados (PUFA). La configuración espacial del doble enlace puede ser *cis* (la mayoría de ácidos grasos en la dieta) o *trans* (TFA).

Tabla 1. *Valores recomendados en la ingesta (EFSA, 2009).*

	Ingesta diaria recomendada	Factor de conversión	kcal	% de energía para una dieta de 2000 kcal/d	Valores diarios recomendados
Energía	2000 kcal				♀: 2000-2070 ♂: 2500
Grasa total	70 g	9	630	31.5	♀: 65-70 g ♂: 80-95g
Grasa saturada	20 g	9	180	9	♀: 20 g ♂: 30 g
Carbohidratos	230 g	4	920	46	♀: 230-270 g ♂: 300-340 g
Azúcar	90 g	4	360	18	♀: <90g ♂: 110-120 g

Tabla 2. *Composición bromatológica de la porción comestible cruda (100g) (Lindmark-Månsson et al., 2003; Williams et al., 2007)*

	Humedad g	PB g	GB g	Colesterol mg	SAT mg	MUFA mg	PUFA mg
Leche	86.8	3.4	4.3	13.9	3055	1158	99.8
Lomo de añojo	73.2	22.2	2.4-5.2	58.0	879.8	696.4	201.2

Relación entre grasa y metabolismo

Lípidos séricos y lipoproteinas

Existe cierta disposición genética que influye en el nivel de lípidos en sangre, lo cual explica cierta variabilidad en la respuesta de la ingesta y el riesgo de sufrir ciertas enfermedades, por ejemplo, de tipo cardiovascular, puesto que sí hay cierta relación entre la ingesta y el contenido sérico.

Cuando la saturación de la dieta se mantiene contante, no hay diferencias en LDL-colesterol (colesterol asociado a lipoproteínas de baja densidad, poco deseable) al variar la ingesta total de grasa (IoM, 2005). Sin embargo, no todos los ácidos grasos tienen el mismo efecto. Mientras que los ácidos láurico, mirístico y palmítico incrementan las concentraciones de colesterol total y LDL, el ácido esteárico se comporta de manera parecida a los carbohidratos, que se utilizan como referente sustitutivo al consumo de grasa, y que no incrementaría dichos niveles. En cuanto al HDL-colesterol (colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad, más deseable), se incrementa mucho con el ácido láurico, pero este incremento disminuye al aumentar el número de átomos de carbono de los ácidos grasos saturados. Esto produce que el efecto del ácido láurico sobre la relación colesterol sérico total/HDL sea más favorable, al disminuir, que el de los carbohidratos, y aunque el ácido esteárico también tenga un efecto positivo, no difiera significativamente del de los carbohidratos.

En cuanto a la ingesta de ácidos grasos monoinsaturados (*cis*-MUFA), tienen un pequeño efecto reductor de niveles de colesterol sérico total y LDL respecto a los carbohidratos, incrementándose el nivel de HDL, y por lo tanto reduciéndose el cociente colesterol sérico total/HDL, aspecto deseable. El principal *cis*-MUFA analizado ha sido el ácido oleico. En cambio, si consideramos otro *cis*-MUFA minoritario, como el ácido palmitoleico (C16:1 *n*-7), sus efectos sobre el contenido en LDL son similares al del ácido palmítico, reduciendo además los niveles de HDL. Sin embargo, debido a su contenido reducido en la dieta, su efecto es pequeño (Nester et al., 1994).

El efecto de los ácidos grasos poliinsaturados (*cis*-PUFA) es mayor que el observado para los *cis*-MUFA, reduciendo colesterol total y LDL respecto al efecto de los carbohidratos. Estos estudios se han observado con la ingesta de ácido linoleico (C18:2 *n*-6) pero no con araquidónico (C20:4 *n*-6), que al pasar de 210 a 1700 mg/d de incorporación a la dieta no influyó los niveles séricos de colesterol ni de lipoproteínas (Nelson et al., 1997). En cuanto a los *n*-3 PUFA, el efecto del ácido α-linolénico (C18:3 *n*-3) es similar al del ácido linoleico. Pero al aumentar el número de átomos de carbono (EPA, DHA), se observa un descenso en los niveles de triglicéridos respecto a otros ácidos grasos o carbohidratos.

Varios estudios indican que el consumo de ácidos grasos en forma *trans* (TFA) se comporta de la misma manera que el consumo de grasa saturada, incrementando el contenido sérico total de colesterol y LDL en comparación al consumo de *cis*-MUFA o *cis*-PUFA (EFSA, 2004; Mozaffarian y Clark, 2009). El incremento en el contenido en LDL y triglicéridos es lineal de acuerdo al consumo de TFA. El consumo de dietas con *trans*-MUFA también reduce el contenido de HDL en sangre, comparados con dietas con *cis*-MUFA, *cis*-PUFA o SFA. Se han hecho estudios de intervención, es decir, en los que intervienen personas consumiendo determinados productos, en los que se valora la ingesta de ácidos grasos procedentes de carne de rumiantes o grasas industriales, con el mismo efecto. El incremento desde un 0.8% de la energía de la dieta procedente de TFA, a un 3.7% supuso efectos adversos a nivel sanguíneo, con reducción de HDL, aumento de LDL e incremento de la relación colesterol sérico total/HDL (Chardigny et al., 2008). Cuando la intervención supone la sustitución controlada del consumo de una carne blanca por una carne roja, en este caso de cordero (INIA, 2007), no se observan modificaciones en los valores de HDL, LDL o colesterol total, pero sí una reducción del contenido de triglicéridos en sangre.

En cuanto al efecto conjunto de los isómeros del ácido conjugado linoleico (CLA), no hay evidencia de que tengan un efecto real sobre las lipoproteínas plasmáticas (Terpstra, 2004; Salas-Salvadó et al., 2006).

En conclusión, bajo condiciones isoenergéticas, el perfil lipoproteico más favorable para reducir el riesgo de arteriosclerosis se logra al sustituir los ácidos grasos saturados y TFA con un mezcla de ácido oleico, linoleico y ácidos procedentes del pescado, aunque el efecto del ácido esteárico es menos negativo que el de los ácidos mirístico o palmítico.

Función hemostática

Es un complejo sistema en que se relaciona la función endotelial, agregación plaquetaria, coagulación y fibrinolisis. Debido a la complejidad de este sistema, los estudios que se realizan son siempre incompletos al ser imposible determinar a la vez todos los factores que la regulan. Por eso, parece que dietas con alto contenido graso incrementan los niveles del Factor VII, relacionado con el riesgo cardiovascular (Vorster et al., 1997; Thijssen y Mensink, 2005), de igual manera que con dietas ricas en ácidos grasos saturados de C12 a C16, en comparación con el efecto del acido esteárico. No se ha encontrado efecto entre el ácido oleico y la agregación plaquetaria o factores coagulantes o fibrinolíticos (Thijssen y Mensink, 2005). El único efecto claro se encuentra en los n-3 PUFA, donde un consumo superior a 1g/d reduce visiblemente la agregación plaquetaria. Sin embargo, no hay diferencias en los efectos del ácido α-linolénico frente al linoleico, oleico o ácidos grasos saturados (Thijssen y Mensink, 2005).

Inflamación y sistema inmune

Se corresponde, de nuevo, con un complejo sistema que hace imposible determinar un único marcador para el sistema inmune de todo el organismo. Por eso, ningún estudio es concluyente sobre el efecto de los ácidos grasos saturados, *cis*-MUFA y *n*-6 PUFA en la regulación de la inflamación (Calder, 2006; Giugliano et al., 2006). A pesar de que los *n*-3 PUFA de cadena larga, procedentes del pescado, pueden considerarse agentes antiinflamatorios, su consumo debería estar por encima de 1-2g/d. Por el contrario, el consumo de TFA de alimentos hidrogenados incide negativamente en el proceso de la inflamación (Lichtenstein et al., 2003).

Presión arterial

Los elevados niveles de presión arterial están detrás de muchos procesos cardiacos no deseados. Ni la ingesta total de grasa, ni de ácidos grasos saturados, TFA o CLA, tienen relación probada con la disminución de la presión arterial. A pesar de que el consumo de dietas ricas en *cis*-MUFA disminuyen ligeramente la presión arterial respecto a dietas ricas en carbohidratos, el efecto es tan pequeño que no se recomienda la sustitución de carbohidratos como fuente de energía por *cis*-MUFA (Shah et al., 2007). En cambio, en personas de edad superior a 45 años o con hipertensión arterial, un consumo elevado de *n*-3 PUFA procedentes de aceite de pescado (3.7g/d) sí puede suponer una reducción significativa de la presión arterial (Geleijnse et al., 2002).

Tolerancia a la glucosa y sensibilidad a la insulina

Hay alguna evidencia de que las dietas ricas en grasa reducen la sensibilidad a la insulina, aunque el efecto adverso de los SFA desaparece en dietas donde la ingesta de grasa supone más del 37% de la ingesta energética (Vessby et al., 2001), quizás por un enmascaramiento del efecto por parte del resto de ácidos grasos. Por debajo de esos niveles, sí se observa una relación inversa entre el efecto de SFA y de *cis*-MUFA. En el caso de *n*-3 PUFA, tampoco se observa relación alguna con la sensibilidad a la insulina, ni siquiera cuando el 6% de la energía de la dieta provenía del consumo de PUFA en una relación *n*-6/*n*-3 de 3:1 ó 5:1 (típico de animales criados en pastoreo) o de 10:1 (típico de animales criados con cereales) (Grifin et al., 2006) o cuando la suplementación es directa con aceite de pescado (Brady et al., 2004). Sí que se observa algún efecto positivo del consumo de aceite de pescado en la población femenina con sobrepeso con un alto nivel inflamatorio inicial (Browning et al., 2007). Los datos sobre los efectos de la ingesta de TFA o CLA no son consistentes, por lo que se consideran que, a dosis normales, no tienen ninguna incidencia.

Peso corporal y balance energético

El impacto que el consumo de grasa tenga sobre el peso corporal es diferente si se trata de personas con sobrepeso u obesidad o se trata de la prevención de ganancia de peso en personas sin sobrepeso, o de si las dietas comparadas son isocalóricas o no. El aumento de grasa del 10 al 78% del consumo energético de la dieta no está tan directamente relacionado con la pérdida de peso o el mantenimiento de peso corporal como la cantidad de energía total ingerida (Nordman et al., 2006). Sin embargo, se observa que las dietas hipocalóricas están más relacionadas con un descenso en el consumo total de lípidos que de carbohidratos. Los alimentos con alta densidad energética suelen tener un elevado contenido graso. La ingesta continuada de este tipo de alimentos puede suprimir la regulación del apetito incrementando el sobreconsumo pasivo de alimentos que deriva en un aumento del peso. En general, las dietas con un contenido energético <35% debido a la grasa tienen ventajas en la reducción a medio plazo del peso y la prevención a largo plazo de la ganancia del mismo.

La sustitución de SFA por *cis*-MUFA y *cis*-PUFA parece tener beneficios, incluso en personas con sobrepeso, para el control del mismo. Este efecto es superior si la sustitución se hace con *n*-3 PUFA. El incremento en el consumo de TFA en un 2% del contenido energético de la dieta se ha asociado con un incremento en 0.8 cm en el perímetro de la cintura a lo largo de varios años (Koh-Banerjee et al., 2004). El consumo de CLA se ha estudiado en mayor profundidad por su

relación como modulador de la composición corporal, aunque su efecto sea relativamente modesto (Whigham et al., 2007). Una ingesta d 3.2g CLA/d puede reducir el contenido graso del cuerpo en 0.09 kg a la semana. La reducción se ve, fundamentalmente, localizada en las piernas (Gaullier et al., 2007), que no son consideradas como una zona corporal metabólicamente activa para la grasa. Aunque en experimentos animales se indica el isómero *trans*-10 *cis*-9 CLA como el más activo en este proceso, no hay suficientes estudios con personas para extrapolarlo a la población humana, teniendo en cuenta que las ingestas para que tenga efecto son muy superiores a las de una dieta normal.

Enfermedad cardiovascular

Las enfermedades cardiovasculares son, hoy en día, una de las principales causas de muerte en los países desarrollados. Hay indicios de que sustitución de alimentos ricos en SFA y colesterol por alimentos ricos en ácidos linoleico y α-linolénico y bajos en colesterol reduce a su vez el número de muertes de tipo cardiovascular (Sacks y Katan, 2002). La relación es directa entre el contenido sérico en colesterol y la aparición de enfermedades cardiovasculares, pero no está tan clara con la ingesta de SFA, *cis*-MUFA y *n*-6 PUFA.

Esta relación es diferente en el caso de *n*-3 PUFA. Son muchos los estudios que demuestran una reducción en la incidencia de enfermedades cardiovasculares y el consumo de pescado o de *n*-3 PUFA de cadena larga (He et al., 2004; Mozaffarian et al., 2006), incluso en cantidades modestas de 1-2 veces a la semana de pescado graso o 250mg/d de EPA y DHA (Mozaffarian, 2008). En el caso del consumo de ácido α-linolénico, los resultados no son concluyentes. Así, aunque un incremento en su consumo en 1.2 g/d parece reducir el riego de ataque al corazón en un 20%, quizás por un efecto cardioprotector (Brouwer et al., 2004), no parece que su consumo modifique la tasa global de mortalidad, cardiaca o de muerte súbita (Wang et al., 2006).

El consumo de TFA sí se ha establecido claramente relacionado con el riego de sufrir alguna enfermedad cardiovascular (Mozaffarian y Clarke, 2009), aunque no hay evidencia que muestren diferencias entre TFA procedente de rumiantes o de procesos industriales. En el caso del colesterol exógeno, no hay relación clara, ni siquiera cuando se consume 1 huevo/d, entre consumo de colesterol y enfermedad cardiovascular.

En definitiva, el contenido graso de la dieta afecta de manera importante al riesgo de sufrir alguna enfermedad cardiovascular. Este riesgo se reduce aumentando el consumo de aceite de pescado y disminuyendo el de grasa saturada y TFA.

Diabetes mellitus tipo 2

No hay indicios fiables que relacionen la ingesta total de grasa, de ácidos grasos, ya sean de origen vegetal o animal o de colesterol con el riesgo de padecer diabetes mellitus tipo 2. Algún estudio que sí ha relacionado el consumo de TFA con el riesgo de padecer esta enfermedad lo ha hecho en mujeres con obesidad, que de por sí ya muestran resistencia inicial a la insulina frente a la población normal (Salmerón et al, 2001).

Cáncer

Se ha estudiado bastante la relación entre la ingesta de grasa y de ácidos grasos específicos de la dieta y la incidencia de cáncer. Sin embargo, la Fundación para la Investigación de Cáncer (WCRF, 2007) sólo encuentra pequeños indicios que justifiquen dicha relación.

Hay evidencia limitada entre la ingesta total de grasa y el incremento en el riesgo de cáncer de mama, cuando el porcentaje energético de la dieta debido a la grasa varía de 31.1-39.2 (Schulz et al., 2008), y de cáncer de pulmón. A su vez, la ingesta diaria de 35g de SFA doblaría el riesgo de padecer cáncer de mama respecto a la ingesta de 10g de SFA (González, 2006), aunque no habría relación con el cáncer de próstata. También la ingesta de TFA (Maillard et al., 2002) se ha asociado al riesgo de padecer cáncer de mama.

El consumo de ciertos alimentos también se ha asociado al riesgo de padecer cáncer, como son la mantequilla y el cáncer de pulmón , o alimentos con grasas de origen animal y el colorrectal. Este último tipo se vería reducido con el consumo de pescado y de aceite de oliva. Sin embargo, ninguna de estas asociaciones se deben a ácidos grasos específicos.

Conclusiones

La reducción en el consumo de grasa saturada es un objetivo a tener en cuenta en la alimentación de la población de países desarrollados. Tanto las carnes rojas como los productos lácteos contribuyen a la ingesta diaria de grasa por parte del consumidor. Sin embargo, las recomendaciones en su reducción o, incluso, supresión de la dieta normal basadas en la reducción de la ingesta total de grasa deberían ser revisadas. No hay suficientes estudios científicos que avalen dichas recomendaciones, más bien al contrario, la gran riqueza en otros nutrientes y micronutrientes recomiendan que formen parte de la dieta de la población sana de una manera equilibrada.

Referencias

Brady LM, Lovegrove SS, Lesauvage SV, Gower BA, Minihane AM, Williams CM, Lovegrove JA, 2004. Increased n-6 polyunsaturated fatty acids do not attenuate the effects of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids on insulin sensitivity or triacylglycerol reduction in Indian Asians. Am. J. Clin. Nutr. 79, 983-991.

Brouwer IA, Katan MB, Zock PL, 2004. Dietary α-linolenic acid is associated with reduced risk of fatal coronary heart disease, but increased prostate cancer risk: a meta-analysis. J. Nutr. 134, 919-922.

Browning LM, Krebs JD, Moore CS, Mishra GD, O'Connell MA, Jebb SA, 2007. The impact of long chain n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on inflammation, insulin sensitivity and CVD risk in a group of overweight women with an inflammatory phenotype. Diabetes Obes. Metab. 9, 70-80.

Calder PC, 2006. n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. Am J Clin Nutr 83(suppl), 1505S-1519S.

Chardigny JM, Destaillats F, Malpuech-Brugère C, Moulin J, Bauman DE, Lock AL, Barbano DM, Mensink RP, Bezelgues JB, Chaumont P, Combe N, Cristiani I, Joffre F, German B, Dionisi F, Boirie Y, Sébédio JL, 2008. Do trans fatty acids from industrially produced sources and from natural sources have the same effect on cardiovascular diseases risk factors in healthy subjects? Results of the trans Fatty Acids Collaboation (TRANSFACT) study. Am. J. Clin. Nutr. 87, 558-566.

EFSA, 2009. Scientific Opinion of the Panel on Dietetic products, Nutrition and Allergies on a request from European Commission on the review of labelling reference intake values for selected nutritional elements. The EFSA Journal 1008, 1-14.

EFSA, 2010. Scientific Opinion of the Panel of Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the European Commission related to dietary reference values for fat. The EFSA Journal 8, 1461-1568.

Gaullier JM, Halse J, Høivik HO, Høye K, Syvertsen C, Nurminiemi M, Hassfeld C, Einerhand A, O'Shea M, Gudmundsen O, 2007. Six months supplementation with conjugated linoleic acid induces regional-specific fat mass decreases in overweight and obese. Br J Nutr 97, 550-560.

Geleijnse JM, Giltay EJ, Grobbee DE, Donders AR, Kok FJ, 2002. Blood pressure response to fish oil supplementation: metaregression analysis of randomized trials. J Hypertens 20, 1493-1499.

German JB, Gibson RA, Krauss RM, Neter P, Lamarche B, van Staveren WA, Steijns JM, de Groot L, Lock A, Destaillats, F, 2009. A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk. Eur J Nutr, 48, 11-203.

Giugliano D, Ceriello A, Esposito K, 2006. The effects of diet on inflammation. J Am Coll Cardiol 48, 677-685.

Gonzalez CA, 2006. The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). Public Health Nutr 9, 124-126.

Griffin MD, Sanders TA, Davies IG, Morgan, LM, Millward DJ, Lewis F, Slaughter S, Cooper JA, Miller GJ, Griffin BA, 2006. Effects of altering the ratio of dietary n-6 to n-3 fatty acids on insulin sensitivity, lipoprotein size, and postprandial lipemia in men and postmenopausal women aged 45-70 y: the OPTILIP Study. Am J Clin Nutr 84, 1290-1298.

He K, Song Y, Daviglus ML, Liu K, Van Horn L, Dyer AR, Goldbour U, Greenland P, 2004b. Fish consumption and incidence of stroke: a meta-analysis of cohort studies. Stroke 35, 1538-1542.

INIA, 2007. Estudio químico, fresco y cocinado del Ternasco de Aragón. Proyecto INIA PET 2007-07-C08-02, Universidad de Zaragoza. (En desarrollo).

IoM (Institute of Medicine), 2005. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids (Macronutrients). National Academy Press, Washington, DC.

Koh-Banerjee P, Chu NF, Spiegelman D, Rosner B, Colditz G, Willett W, Rimm E, 2003. Prospective study of the association of changes in dietary intake, physical activity, alcohol consumption, and smoking with 9-y gain in waist circumference among 16 587 US men. Am J Clin Nutr 78, 719-727.

Lichtenstein AH, Erkkilä AT, Lamarche B, Schwab US, Jalbert SM, Ausman LM, 2003. Influence of hydrogenated fat and butter on CVD risk factors: remnant-like particles, glucose and insulin, blood pressure and C-reactive protein. Atherosclerosis 171, 97-107.

Lindmark-Månsson H, Fonden R, Pettersson HE, 2003. Composition of Swedish dairy milk. Int Dairy J 13, 409-425.

Maillard, V., Bougnoux, P., Ferrari, P., Jourdan, M. L., Pinault, M., Lavillonniere, F., Body, G., Le Floch, O. and Chajes, V. (2002)N-3 and N-6 fatty acids in breast adipose tissue and relative risk of breast cancer in a case-control study in Tours, France. Int J Cancer 98, 78- 83.

Mozaffarian D, Rimm EB, 2006b. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. JAMA 296, 1885-1899.

Mozaffarian D, 2008. Fish and n-3 fatty acids for the prevention of fatal coronary heart disease and sudden cardiac death. Am J Clin Nutr 87(6), 1991S-1996S.

Mozaffarian D and Clarke R, 2009. Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils. Eur J Clin Nutr 63 Suppl 2, S22-33.

National Health and Medical Reseacrh Council, 2006. Nutrient reference values for Australia and New Zealand. Department of Health and Ageing.

Nelson GJ, Schmidt PC, Bartolini G, Kelley DS, Phinney SD, Kyle D, Silbermann S, Schaefer EJ, 1997. The effect of dietary arachidonic acid on plasma lipoprotein distributions, apoproteins, blood lipid levels, and tissue fatty acid composition in humans. Lipids 32, 427-433.

Nestel P, Clifton P, Noakes M, 1994. Effects of increasing dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acids on plasma lipids of hypercholesterolemic men. J. Lipid. Res. 35, 656-662.

Nordmann AJ, Nordmann A, Briel, M, Keller U, Yancy Jr W.S. Brehm BJ, Bucher HC, 2006. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. Arch Intern Med 166, 285-293.

Sacks FM and Katan M, 2002. Randomized clinical trials on the effects of dietary fat and carbohydrate on plasma lipoproteins and cardiovascular disease. Am J Med 113 Suppl 9B, 13S-24S.

Salas-Salvadó J, Márquez-Sandoval F, Bulló M, 2006. Conjugated linoleic acid intake in humans: a systematic review focusing on its effect on body composition, glucose, and lipid metabolism. Crit Rev Food Sci Nutr 46, 479-488.

Salmerón J, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Rimm EB, Willett WC, 2001.Dietary fat intake and risk of type 2 diabetes in women. Am J Clin Nutr 73, 1019-1026.

Schulz M, Hoffmann K, Weikert C, Nothlings U, Schulze MB, Boeing H, 2008. Identification of a dietary pattern characterized by high-fat food choices associated with increased risk of breast cancer: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)- Potsdam Study. Br J Nutr 100, 942-946.

Shah M, Adams-Huet B, Garg A, 2007. Effect of high-carbohydrate or high-cis2676 monounsaturated fat diets on blood pressure: a meta-analysis of intervention trials. Am J Clin Nutr 85, 1251-1256.

Terpstra AHM, 2004. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: an overview of the literature. Am J Clin Nutr 79, 352-361.

Thijssen MA and Mensink RP, 2005. Fatty acids and atherosclerotic risk. In: von Eckardstein A (ed.) Atherosclerosis: Diet and Drugs. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 165-194.

Vessby B, Uusitupa MIJ, Hermansen K, Riccardi, G, Rivellese G, Tapsell LC, Nalsen C, Berglund L, Louheranta A, Rasmussen BM, Galvert GD, Maffetone A, Pedersen E, Gustafsson LB, Storlien, LH, 2001. Substituting dietary saturated for monounsaturated fat impairs insulin sensitivity in healthy men and women: the KANWU study. Diabetologia 44, 312-319.

Vorster HH, Cummings JH, Veldman FJ, 1997. Diet and haemostasis: time for nutrition science to get more involved. Br J Nutr 77(5), 671-684.

Wang C, Harris WS, Chung M, Lichtenstein AH, Balk EM, Kupelnick B, Jordan HS, Lau J, 2006. n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not alpha-linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. Am. J. Clin. Nutr. 84, 5-17.

Whigham LD, Watras AC, Schoeller DA, 2007. Efficacy of conjugated linoleic acid for reducing fat mass: a meta-analysis in humans. Am. J. Clin. Nutr. 85, 1203-1211.

Williams P, Droulez V, Levy G, Stobaus T, 2007. Composition of Australian red meat 2002. 3. Nutrient profile. Food Aust 59, 331-341.

World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research, 2007. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective.Washington DC: AICR, 2007.

XV

CONGRESO INTERNACIONAL

ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Granada 10 y 11 de junio de 2010



COMUNICACIONES ORALES

COMUNICACIONES ORALES | MEDICINA

VARIACIONES EN LA FRECUENCIA CARDÍACA DEL GANADO DE LIDIA SOMETIDO A DIFERENTES PRÁCTICAS DE MANEJO

[1] BARTOLOMÉ RODRÍGUEZ, D.J.; [2] ALONSO DE LA VARGA, M.; [1] POSADO FERRERAS, R.; [3] OLMEDO DE LA CRUZ, S.; [2] LOMILLOS PÉREZ, J.M.; [1] GARCÍA GARCÍA, J.J.; [2] GAUDIOSO LACASA, V.

[1] LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN VACUNO, INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO. PASEO CANALEJAS, 77, 2ºA. 37001 SALAMANCA. E-MAIL DE CONTACTO: ITA-BARRODDA@ITACYL.ES
[2] DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, FACULTAD DE VETERINARIA, UNIVERSIDAD DE LEÓN.
[3] INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO, FINCA ZAMADUEÑAS. CTRA. BURGOS, KM. 119. 47071 VALLADOLID.

RESUMEN

Para medir la frecuencia cardíaca, existen en el mercado dispositivos adaptados a caballos de competición que no resultan útiles en ganado vacuno, ya que todos ellos se sirven de la necesaria silla de montar como soporte del dispositivo. Este aspecto, unido al particular comportamiento agresivo de la raza de Lidia, nos ha llevado a diseñar una novedosa herramienta que permite tener una referencia más exacta de la frecuencia cardíaca y de la saturación de oxígeno en sangre de los animales, que puede ser muy útil a los ganaderos de bravo en particular, y de cualquier otro tipo de ganadería extensiva, en general, así como a otros técnicos del sector, para profundizar en el conocimiento de la fisiología de los animales en absoluta libertad o cuando se someten a diferentes prácticas de manejo.

De los resultados preliminares obtenidos se deduce que la inmovilización en el mueco supone una actividad de alta intensidad de esfuerzo e importante estrés para los animales.

INTRODUCCIÓN

Si bien el toro de lidia no es una especie atlética en sentido estricto, la bravura, su principal aptitud productiva, tiene una base genética (potencialidades etológicas) pero es muy dependiente de otros factores como la alimentación recibida, el estado sanitario, el estado físico, factores ambientales, etc. En los últimos años, además, los diferentes agentes implicados en la Fiesta han subido el nivel de exigencia a la embestida del toro, que debe ser humillada, alegre y profunda. Cada vez se tolera menos el toro que se queda corto en su embestida o se para a mitad del lance, y se premia más y mejor a aquellos que se caracterizan no sólo por tener grandes finales de faena, yendo siempre a más, sino también buenos finales en cada suerte.

Hasta la fecha, todavía son muy escasas las incursiones científicas en la fisiología del ejercicio en esta raza (Agüera et al., 1998, 2005; Picard et al., 2006; Durand et al., 2007; Bartolomé et al., 2007) y los resultados obtenidos insuficientes para evaluar las modificaciones funcionales (respuestas y/o adaptaciones) que el organismo pone en marcha frente a la actividad física, en aras de mejorar la condición atlética para conseguir un rendimiento óptimo.

Se desconocen tanto los perfiles fisiológicos como las intensidades de trabajo a las que el toro se mueve en su explotación de origen, cómo varían durante su entrenamiento, o cuáles son sus exigencias durante la lidia. Sin embargo, es muy importante conocer el comportamiento de variables como la frecuencia cardíaca (en adelante, FC), por su utilidad práctica como índice de intensidad de trabajo, y realizar un plan de entrenamiento controlado, optimizando así los esfuerzos. En el mercado no existen dispositivos específicos para su medición en ganado vacuno. Este aspecto, unido al particular comportamiento agresivo de esta raza, nos ha llevado a diseñar una novedosa herramienta que puede ser útil a los ganaderos de bravo en particular, y de cualquier otro tipo de ganadería extensiva, en general, así como a otros técnicos del sector, para profundizar en el conocimiento de la fisiología de los animales en absoluta libertad o cuando se someten a diferentes prácticas de manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El prototipo de medición que hemos denominado ***CardioToro*** consta de:

- un sensor de pulsioximetría flexible de humana marca NONIN® modelo 8000JFW, que mide la absorción de luz de longitudes de onda específicas, al pasar por un lecho vascular arterial pulsátil. El pulsioxímetro consta de diodos electroluminosos (LED) en las dos longitudes de onda más adecuadas: 660 nm (rojo) y 940 nm (cerca de infrarrojo), pues son valores en los cuales la separación es la más alta entre la hemoglobina y los espectros de absorción de la oxihemoglobina.
- un emisor de datos GPRS, que envía los datos recogidos de manera instantánea vía satélite a un ordenador portátil.
- una batería recargable.

Para el estudio se utilizaron 4 machos de Lidia, tres novillos y un cinqueño, y 1 vaca Holstein Friesian, a modo de control. En todos ellos comprobamos la ausencia de antecedentes cardiovasculares, respiratorios y de otras enfermedades sistémicas significativas, así como el no seguir tratamientos farmacológicos que pudieran interferir con la respuesta al ejercicio.

En el caso de los ejemplares de la raza de Lidia, la colocación del dispositivo se realizó lo más rápidamente posible, con el animal en el mueco de contención, y sin emplear ningún producto anestésico. En primer lugar, se fijaba el sensor electrónico de medición en las arterias auriculares de la base de la oreja, previo rasurado del pelo, y, posteriormente, se adhería con cinta aislante a una cabezada colocada al animal. Inmediatamente después, el dispositivo comenzó a enviar determinaciones, cada 5 segundos, de la FC y el porcentaje de saturación de oxígeno de la sangre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A la vista del comportamiento mostrado por los ejemplares monitorizados, y de común acuerdo con los ganaderos colaboradores, pensamos que dicho artilugio no interfirió en ningún momento en el comportamiento evidenciado por el animal. No se observaron giros bruscos ni otros movimientos anómalos de la cabeza que nos hicieran pensar que el aditamento suponía un estorbo para el animal.

Podríamos considerar 64 puls./min. como la FC basal del toro bravo, esto es, el valor mínimo de FC bajo condiciones de reposo (Tabla 1). Este valor es similar a los descritos en la literatura para ganado vacuno manso, que sitúan la FC normal en bovinos en el rango entre 60 y 70 puls./min. (Cunningham, 2003; Engelhardt y Breves, 2004), cifras que coincidirían con las registradas por nosotros para la raza Holstein en reposo con el dispositivo ideado. Sin embargo, no debemos olvidar que dicho valor de FC min. fue registrado en una situación poco habitual para el ganado bravo (encerrados en un corral con más animales, gente moviéndose por los pasillos, ruidos extraños, etc.), por lo que dicho valor no debe tomarse como definitivo ni representativo de una situación basal de reposo y/o tranquilidad, sino que podría ser más bajo.

TABLA 1. Resultados obtenidos en diferentes situaciones de manejo para la FC (puls./min) de los machos de Lidia (N=4) y la vaca Holstein (N=1).

HOLSTEIN SITUACIÓN DE MANEJO	FC min.	FC media	FC max.
Reposo (tras colocación prototipo)	51	**61**	81
Comiendo concentrado	70	**80**	86
Amamantando al becerro	52	**55**	61
Durante ejercicio forzado	69	**114**	138
Recuperación post-ejercicio forzado	59	**69**	138
LIDIA SITUACION DE MANEJO	**FC min.**	**FC media**	**FC max.**
Mueco de contención	111	**166**	196
Reposo (tras salir del mueco, en corral con bueyes)	64	**88**	155
Durante lidia (sin banderillas)	108	**127**	134
Recuperación post-lidia	75	**114**	134

La FC promedio durante la lidia fue de 127 puls./min., ligeramente superior a la observada en la vaca Holstein cuando es forzada a realizar ejercicio. Este parámetro, por sí sólo, no tiene valor para evaluar el estado físico del animal pero resulta fundamental como control de la intensidad de trabajo desarrollado durante toda la lidia. En esta fase, el rango de pulsaciones en el que se movieron los animales monitorizados osciló entre 108 y 134 puls./min. y, por consiguiente, en potenciales entrenamientos a programar los animales deberían alcanzar al menos esa intensidad.

Si extrapolamos los resultados de FC media obtenidos para la lidia a estudios realizados con caballos de alta competición, podemos afirmar que, respecto al mecanismo energético implicado principalmente en cada tipo de esfuerzo, la lidia requiere del sistema mixto aeróbico-anaeróbico. Lo cual coincidiría con lo expuesto por diversos autores en estudios previos de metabolismo energético y perfil muscular del ganado bravo (Agüera et al., 1998; Picard et al., 2006; Bartolomé et al., 2007).

Por último, destacar que la FC media más elevada se registró en los machos de Lidia cuando están inmovilizados en el mueco de contención (166), alcanzando un valor que casi duplica la FC media en reposo para esos mismos animales (88), y triplica la FC media en reposo de la vaca Holstein (61). En el mueco, el animal se encuentra inmóvil y sus necesidades energéticas quedarían cubiertas con frecuencias mucho más bajas, por tanto, dichos valores, tan elevados, no se deberían al esfuerzo físico en sí, sino al componente fundamental de estrés, o esfuerzo de adaptación de Hans Selye, que conlleva enfrentarse a una situación de inseguridad y que acarrea, indefectiblemente, la liberación de hormonas, entre las que se encuentra la adrenalina, responsable de que la FC se dispare súbitamente, consiguiendo que el corazón se anticipe para ofrecer mayor aporte de oxígeno a tejidos y músculos, por si fuera necesario. Estos resultados corroboran los obtenidos por otros autores como Sánchez et al. en 1996.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos confirman que debemos considerar la lidia como una actividad de alta intensidad de esfuerzo y que la inmovilización en el mueco supone un importante estrés para el toro bravo.

AGRADECIMIENTOS

Los trabajos que han posibilitado la realización de esta comunicación han sido financiados por fondos **FEDER-INIA** a través del proyecto TRT2006-00026-00-00 titulado: *"Aplicación de nuevas tecnologías de GPS-GPRS para el estudio del comportamiento y mejora de la producción del ganado vacuno extensivo"*.

REFERENCIAS

Agüera, E.I., Rubio, M.D., Vivo, D., Escribano, B., Muñoz, A., Villafuerte, J.L., Castejón, F. (1998). Adaptaciones fisiológicas a la lidia en el toro bravo. Parámetros plasmáticos y musculares. ***Vet. Mex., 29(4):399-403.***

Agüera E.I., Escribano B.M., Rubio M.D., De Miguel R., Requena, F.; Tovar, P. (2005). Valoración de biomarcadores oxidantes y antioxidantes en toro bravo sometido a un programa de entrenamiento. ***Libro de resúmenes del VII Symposium del Toro de Lidia, Zafra.***

Bartolomé, D.J., Alonso, M.E., García, J.J., Posado, R., Picard, B., Gaudioso, V.R. (2007). Influencia de la edad, ganadería y encaste de procedencia sobre el tipo de fibra presente en el músculo Triceps braquial del toro de lidia. ***Libro de resúmenes del VIII Symposium del Toro de Lidia, Zafra.***

Cunningham, J.G. (2003). ***Fisiología Veterinaria. Tercera edición, Elsevier España, S.A.***

Durand, D., Micol, D., Compan, H., Santé-Lhoutellier, V., Bartolomé, D.J., Mirabaud, N., Garcia- Schneider, J., Cattiau, G., Picard, B. (2007). Influencia del aporte de antioxidantes en la alimentación del toro de lidia sobre su capacidad física y metabólica para realizar un ejercicio extremo. ***Libro de resúmenes del VIII Symposium del Toro de Lidia, Zafra.***

Engelhardt, W., Breves, G. (2004). ***Fisiologia veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza.***

Picard, B., Santé-Lhoutellier, V., Ameslant, C., Micol, D., Boissy, A., Hocquette, J.F., Compan, H., Durand, D. (2006). Caractéristiques physiologiques de taureaux de la race Brave à l'issue de la corrida. ***Revue Méd. Vét., 157, (5): 293-301.***

Sánchez, J.M., Castro, M.J., Alonso, M.E., Gaudioso, V.R. 1996. Adaptative metabolic responses in females of the fighting breed submitted to different sequences of stress stimuli. ***Physiology & Behaviour, 60: 1047-1052.***

VARIACIONES DE LOS GASES SANGUÍNEOS EN GANADO MANSO Y BRAVO

[1]LOMILLOS, J. M ;, 1ALONSO, M. E.; 1ESCALERA, F.; 2BARTOLOMÉ, D.; 2GARCÍA, J. J.; 1GAUDIOSO, V.

[1] Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. 24007. León, Spain.
[2] Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Centro de Investigación del Toro de Lidia.

RESUMEN

Una excesiva actividad metabólica, una inadecuada oxigenación de los tejidos y la acumulación de cantidades de ácidos orgánicos (pirúvico, láctico, acético, etc.) debido a la incapacidad de oxidarlos, pueden producir un acusado descenso del pH en los líquidos orgánicos. Las desviaciones serias del pH fuera del rango normal (7,4) pueden desequilibrar el metabolismo celular de manera drástica y, en consecuencia, la función corporal. El tipo de alimentación (extensivo o intensivo) puede ayudar a desarrollar una mejor preparación física ante el estrés y/o ejercicio repentino. El ejercicio y/o estrés determina un trastorno en el equilibrio acido-básico provocando la disminución en la mayoría de los parámetros estudiados, aumentando solamente las concentraciones de $PCO_{2.}$

Palabras clave: Equilibrio acido-básico, gasometría, ganado bravo.

INTRODUCCIÓN

Fisiológicamente el organismo tiene la capacidad de regular la producción y eliminación de iones hidrogeno, pero en ocasiones, como consecuencia de una excesiva actividad metabólica, una inadecuada oxigenación de los tejidos, la presencia de fármacos o ciertas enfermedades, pueden acumularse cantidades de ácidos orgánicos (pirúvico, láctico, acético, etc.) debiedo a la incapacidad de oxidarlos; éstas altas concentraciones pueden producir un acusado descenso del pH en los líquidos orgánicos.

Para mantener el pH existen diversos sistemas de control. La valoración de los gases sanguíneos puede ayudarnos a tener una idea aproximada del sobreesfuerzo que supone para los organismos situaciones como el ejercicio y/o estrés.

El término "gasometría" significa medición de gases en un fluido cualquiera, pero donde mayor rentabilidad diagnóstica tiene es en sangre. Dicho examen puede realizarse tanto en sangre venosa periférica como en sangre venosa central y también en sangre arterial. Para evaluar el equilibrio ácido-base se utiliza preferentemente la sangre venosa periférica, mientras que para conocer la situación de la función respiratoria se utiliza sangre arterial.

Dicha medición, incluye la obtención e interpretación de la presión parcial de oxígeno (PO_2), de la presión parcial de dióxido de carbono (PCO_2) y del pH. A partir de estos parámetros, se calcula el bicarbonato (HCO_3-). También se pueden calcular otros parámetros como el dióxido de carbono total (TCO_2), el exceso de bases (EB) y la saturación de oxígeno (sO_2).

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevo a cabo en tres grupos de animales, el primero estaba compuesto por 196 animales entre novillos y toros de la raza bovina de lidia de diferentes encastes y ganaderías, los cuales fueron lidiados y estoqueados en las plazas de Palencia, Valladolid y Salamanca, durante las temporadas de 2007 y 2008 (grupo 1); el segundo grupo lo componían 15 vacas también de raza brava de diferentes edades y alimentadas en sistema extensivo (grupo 2); finalmente el tercer grupo eran 15 novillos de otra raza con diferentes edades mantenidos en cebadero (grupo 3). La sangre se recogió, en el caso de los toros lidiados, durante el desangrado, inmediatamente después de la lidia, mientras que el resto de muestras se recogieron en matadero después del aturdimiento y durante el desangrado de los animales, utilizándose en todos los casos tubos de ensayo heparinizado de 3 cc. Las determinaciones se realizaron *in situ*, mediante el autoanalizador portátil i-STAT, utilizando cartuchos $EG7^+$.

RESULTADOS Y DISCUSION

	pH	PCO_2	PO_2	TCO_2	HCO_3^-	Beecf	sO_2
LIDIADOS (1)	6,81[a]	66,96[a]	22,38[a]	12,76[a]	10,77[a]	-23,50[a]	18,31[a]
EXTENSIVO (2)	7,21[b]	53,11[a]	19,40[a]	22,87[b]	21,27[b]	-6,60[b]	22,60[a]
CEBADERO (3)	7,19[b]	69,31[b]	20,73[a]	28,00[c]	26,11[c]	-2,20[c]	24,07[a]
V. de Referencia	7,35-7,50	34-45	31,9-34,5	20-30	20-30	-2-(+2)	62,32

Tabla 1. Media de los parámetros analizados.
Letras diferentes ([a, b y c]) indican diferencias estadísticas significativas.

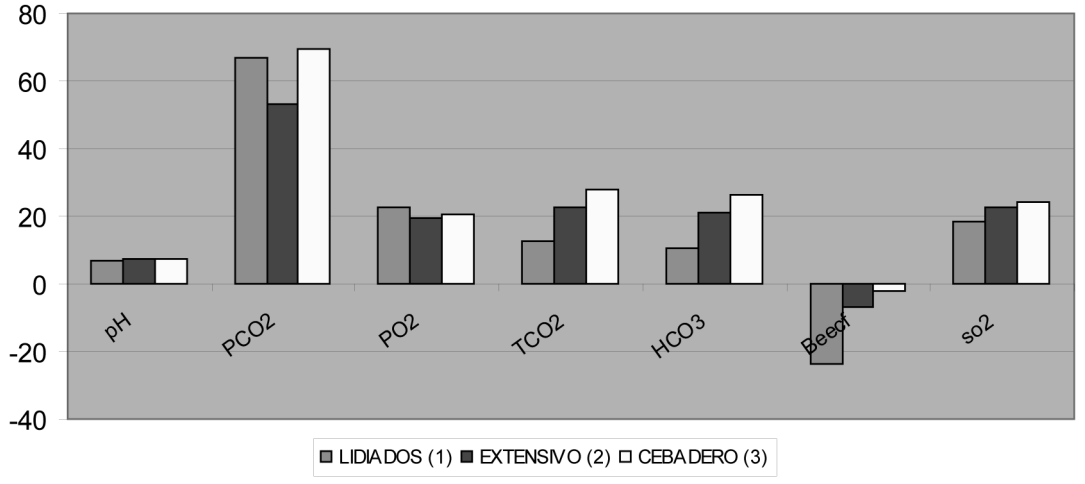


Grafico 1. Valores medios obtenidos en los diferentes parametros a analizados.

Las concentraciones de pH obtenidas en los tres grupos de estudio están por debajo de las consideradas como fisiológicas para la especie bovina (Prieto Montaña, 1999; Radostits y col, 2002). Existen variaciones significativas entre los diferentes grupos excepto en los grupos 2 y 3, el descenso más acusado se muestra en el grupo 1, que son similares a lo descrito por Bartolomé y col (2005) y García y col (2005), en toros de raza brava tras ser lidiados.

Entre las diferentes fuentes que contribuyen al incremento del ion hidrógeno se encuentran el índice metabólico, ya que con su aumento se elevan las concentraciones de CO_2, que a su vez van a permitir niveles más altos de H^+ en sangre y como consecuencia el pH disminuirá. Este proceso durante el ejercicio intenso o la lidia de un toro bravo se acelera lo suficiente para que dichos valores de pH desciendan, a esto podemos añadir la incapacidad de los pulmones para eliminar el CO_2 que se está produciendo (Cunningham, 2003). Considerando la falta de variación entre los grupos 2 y3, podríamos mencionar que la movilización y el transporte de los animales al matadero producen un incremento similar del índice metabólico independientemente del tipo de alimentación.

Con respecto a la Presión parcial de dióxido de carbono (PCO_2) las concentraciones se encuentran aumentadas en los tres grupos con respecto a los niveles considerados como fisiológicos en ganado bovino (Ohtsuka y col, 1997; Radostits y col, 2002). No obstante, no existen diferencias entre el grupo lidiado y los de cebadero, pero, estos dos grupos si guardan diferencia con los animales provenientes de alimentación extensiva.

La tasa metabólica determina la celeridad y cantidad de CO_2 que se produce, en el toro de lidia éste incremento puede estar atribuido al intenso ejercicio realizado durante la lidia. Para los animales estabulados no encontramos explicación en la literatura, siendo lo mas lógico el que las reservas de grasa son más acusadas y, por tanto, puede existir mayor producción de CO_2 al más mínimo incremento en el metabolismo.

La presión parcial de oxígeno (PO_2) registrada en nuestros datos se encuentra disminuida en los diferentes grupos, según los valores referenciados por Fisher y col (1980). No obstante, a pesar de que las diferencias no son significativas entre nuestros animales, el grupo 2 muestra el valor más bajo siendo el del grupo 1 el más alto. Esto puede ser consecuencia de la dificultad pulmonar para oxigenar al animal tras el ejercicio intenso de la lidia, mientras que en el caso del grupo 2 el cual muestra los niveles más bajos, pero niveles de de pH más altos, la causa podría ser una deficiencia de hierro lo cual disminuiría la captación de oxigeno por la hemoglobina, aunado al menor incremento del hematocrito en estos animales.

Los datos de dióxido de carbono total (TCO_2) encontrados en esta investigación para los toros después del ejercicio, están por debajo de los considerados como basales (Radostits y col., 2002), mientras que los de animales en extensivo y en cebadero están dentro de los límites de la normalidad, existiendo diferencias estadísticas significativas entre grupos.

En nuestro trabajo, los valores de Saturación de Oxígeno (sO_2) en los diferentes grupos se encuentran por debajo de los publicados por Gokce y col (2004). Las diferencias entre grupos no son significativas, aun así los valores de animales lidiados son los más bajos.

Mientras que los valores de HCO_3^- se encuentran disminuidos, en el toro lidiado, con respecto a los niveles de ganado bovino en reposo (Prieto Montaña, 1999; Radostits y col,2002), los valores para los grupos restantes están dentro de los límites fisiológicos. Por otro lado, las variaciones entre grupos son significativas aun en aquellos grupos en que sus valores están dentro de los considerados como normales.

Posiblemente, la causa de la disminución del bicarbonato sea una hipoventilación, ya que esta determina incremento en la PCO_2 y este a su vez incrementa los hidrogeniones disminuyendo el pH. No obstante, estos resultados debieran ser relativos al pH, es decir, no existir diferencias entre los grupos 2 y 3, esto puede ser resultado de que los animales del grupo 2 les sea más difícil mantener el pH por una producción excesiva de otro tipo de ácidos, principalmente de origen muscular.

CONCLUSIONES

1.- La mayoría de los parámetros que representan el equilibrio acido-básico mediante la función respiratoria, se encuentran por debajo de los considerados como fisiológicos en otras razas bovinas. Únicamente la PCO_2 está aumentada. Las variaciones observadas ponen de manifiesto el intenso esfuerzo físico que supone la lidia para estos animales.

2.- Existe una variación similar de los parámetros entre los diferentes grupos, siendo más acusados en el grupo de animales lidiados, pues son lo que mayor actividad física realizan.

REFERENCIAS

Alonso, M. E. Estudio de la manifestación del síndrome de caída en la raza de lidia y su relación con determinados parámetros etológicos y sanguíneos. Tesis Doctoral. León, España. 1994.

Arriola, J. Acidosis ruminal en el toro de lidia (I). Toro Bravo, 1998; 13:30-33.

Bartolomé, D. J.; Alonso, M. E.; Ferrero, R; García, J. J.; Gaudioso, V. R. Correlación entre pH sanguíneo de reses de lidia y diversos parámetros hemáticos. V Congreso Mundial Taurino de Veterinaria 2005: 117-122.

Fisher E.W.; Sibartie D.; Gimshaw T. R. Comparison of the pH, pCO2, pO2 and total CO2 content in blood from the brachial and caudal auricular arteries in normal cattle. Br Vet J. 1980; 136 (5): 496-499.

García, J. J.; Alonso, M. E.; Bartolomé D. J.; Gaudioso, V. R. Primeros datos sobre la medida del pH sanguíneo y ruminal en reses de lidia. V Congreso Mundial taurino de Veterinaria 2005: 123-127.

Gocke, G.; Citil, M.; Gunes, V.; Atalan, G. Effect of the time delay and storage temperature on blood gas and acid-base values of bovine venous blood. Reserch in veterinary Science. 2004; 76: 121-127.

Mock, T. D.; Morriso, D.; Yastscoff, R. Evaluation of the i-STAT System: A Portable Chemistry Analyser for the measurement of Sodium, Potasium, Chloride, Urea, Glucose and Hematocrit. Clin Biochem. 1995; 28: 187-192.

Prieto Montaña, F. Exploración Clínica Veterinaria. León: Universidad de León. 1999; 563 p.

Ohtsuka, H.; Mori, K.; Koiwa, M.; Sato, H.; Yoshino, T.; Takahshi, K. Metabolic alkalosis in californ mastitis. 1997; J Med Med Sci. 59: 471-472.

Radostits, O. M.; Gay, C. C.; Blood, D.C.; Hinchcliff, K. W. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del Ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 2002; 9ª ed. Vol. II. 2215 p.

DOBLE SALIDA DEL VENTRÍCULO DERECHO EN UNA TERNERA FRISONA DE 4 MESES

P. MOURE, L. RIGUEIRA, M. MIRANDA, L.E. FIDALGO, G. SANTAMARINA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS CLÍNICAS VETERINARIAS. HOSPITAL VETERINARIO UNIVERSITARIO ROF-CODINA. FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. 27002 LUGO.
pableteveterinario@hotmail.com

Resumen
Se describe un caso de doble salida del ventrículo derecho en una ternera frisona de 4 meses de edad. El animal presentaba retraso en el crecimiento y fue tratada previamente con antibióticos (sulfatrimetroprim) por sospecha de neumonía. A la exploración física lo más destacado es un cuadro de disnea que se agrava con la actividad física y un soplo sistólico grado V/VI con punto de máxima intensidad en el hemitórax derecho. Las analíticas de gases sanguíneos, hematología y bioquímica se encontraron dentro de los rangos de normalidad. La exploración radiográfica revela cardiomegalia generalizada. Mediante ecocardiografía observamos dilatación de ventrículo y atrio izquierdo, salida de la aorta por el ventrículo derecho (dextraposición de la aorta), defecto del septo ventricular y dilatación de la arteria pulmonar. La aplicación del Doppler evidenció una insuficiencia pulmonar de 4,20 m/seg que sugería una hipertensión pulmonar (Síndrome Eisenmenger). La necropsia nos confirma el diagnóstico.

La prevalencia de defectos cardíacos congénitos en bovino se estima en aproximadamente en un 0.7%, representando el defecto de septo ventricular la alteración más frecuente. La doble salida de ventrículo derecho sólo ha sido descrita en algunos gatos y perros, dos potros y tres terneros con datos clínicos y patológicos variables.

Caso clínico
Una ternera de raza Frisona de 4 meses de edad se remitió al Servicio de Animales de Renta del Hospital Veterinario Universitario Rof Codina, de la Universidad de Santiago de Compostela por presentar un importante retraso en el crecimiento.

El ganadero nos informa que siempre tuvo episodios recurrentes de timpanismo sobre todo mientras estuvo alimentándose con leche. Actualmente se alimenta de heno y concentrado *ad libitum*. Hace quince días tuvo un cuadro de neumonía por lo que fue tratada por el propio ganadero con antibióticos (Sulfatrimetroprim Bayer® 10 ml/24h durante 5 días), según su dueño mejoró, pero el retraso en el crecimiento seguía siendo evidente.

En la exploración general nos encontramos con un animal deprimido, con una importante pérdida de peso y pelo erizado. La temperatura era normal (38,4ºC), y en la exploración física lo más destacado fue un cuadro de disnea y taquipnea que se agravaba con la actividad física, una severa distensión abdominal y un soplo sistólico grado V/VI con punto de máxima intensidad en el hemitórax derecho. La frecuencia cardíada fue de 94 pulsaciones por minuto, las yugulares no presentaban pulso y el color de las mucosas era normal.

En la hematología lo único destacable fue una ligera trombocitosis. Los valores de la bioquímica se encontraban dentro de los rangos de normalidad, al igual que los valores de PaCO2, PaO2 y pH de sangre arterial extraída de la arteria auricular.

La exploración radiológica reveló una cardiomegalia generalizada y la ecografía abdominal nos mostró una importante distensión ruminal al mismo tiempo que nos descarta la presencia de líquido libre. La electrocardiografía reflejó un ritmo sinusal con una frecuencia cardíaca de 118 l/min y un incremento de la duración de la onda P que sugiere agrandamiento atrial. Mediante ecocardiografía observamos una marcada dilatación biventricular y del atrio izquierdo. Se aprecia además un amplio defecto de aproximadamente 2 cm. de diámetro en la parte superior del septo ventricular y una clara dextraposición de la aorta de modo que ubicaba la salida de la aorta desde el ventrículo derecho (Fig. 1). La aplicación del doppler color y espectral mostraba un shunt de izquierda a derecha predominantemente sistólico a través del defecto del septo ventricular (vel.máx. 3,30 m/seg; GP 43,5 mmHg) (Fig. 2). La visualización del tracto de salida del ventrículo

derecho nos mostró una dilatación severa de la arteria pulmonar con un flujo de eyección turbulento de 3,02 m/seg; GP 36,4 mmHg y una insuficiencia pulmonar de 4,20 m/seg; GP 70,7 mmHg que nos sugería una hipertensión pulmonar. En base a los hallazgos obtenidos se estableció un diagnóstico presuntivo de doble salida del ventrículo derecho con desarrollo de un síndrome de Eisenmenger (Fig. 3). La necropsia nos confirma el diagnóstico, ya que macroscópicamente se observa la dextraposición de la aorta asociada al defecto de septo (Fig. 4-6), y microscópicamente, se aprecia una hipertrofia de las arteriolas lo que confirma la hipertensión pulmonar asociada.



Figura 1



Figura 2



Figura 3

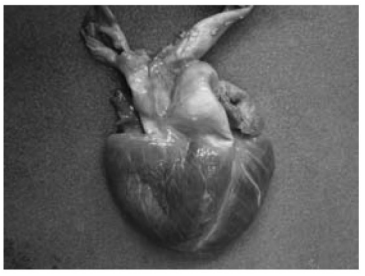


Figura 4



Figura 5



Figura 6

Discusión

Las enfermedades cardíacas congénitas del ganado vacuno siguen siendo un reto para la medicina veterinaria, tanto para el diagnóstico como para el tratamiento (1). Podríamos pensar que esto es debido a su baja incidencia (0.7%) (1, 2), y a que el pronóstico normalmente es malo, no obstante, debemos tener en cuenta que la incidencia y pronóstico de este tipo de enfermedades es similar a la de otras especies animales, pero con las dificultades añadidas de que en la clínica de campo y, trabajando con animales de producción, no siempre disponemos de los medios más adecuados para diagnosticar y tratar este tipo de patologías. La mayoría de las anomalías congénitas del corazón en el ganado vacuno ocurren como resultado de un defecto en el septo o en una malformación de las cámaras cardíacas durante el desarrollo embrionario. La enfermedad congénita más común es el cierre incompleto del septo ventricular, seguido de otros defectos frecuentes como el defecto del septo atrial o la doble salida del ventrículo derecho (1, 3).

La doble salida del ventrículo derecho es un defecto caracterizado por una dextraposición de la aorta y como resultado, la arteria pulmonar y la aorta salen del ventrículo derecho. Un defecto del septo ventricular siempre está asociado para permitir el paso de sangre del ventrículo izquierdo al derecho y de aquí a los grandes vasos. Las variaciones anatómicas de esta patología se clasifican de acuerdo con la posición de las grandes arterias entre ellas, la relación entre el septo y las grandes arterias y el grado de estenosis pulmonar. Según esta clasificación nuestro caso se encuadraría dentro de las denominadas anomalías “Taussig-Bing”, ya que la arteria pulmonar trata de reemplazar el defecto del septo siendo este subpulmonar (4).

La edad, la ausencia de signos de insuficiencia cardíaca y la dilatación de la arteria pulmonar son las diferencias más destacables de nuestro caso con otros descritos hasta el momento (5-7). Excepto en un caso descrito en una novilla de 15 meses (6), se diagnosticó la enfermedad en animales recién nacidos: 1 día (7), y 3 días (5) y había signos evidentes de insuficiencia cardíaca, como distensión de yugulares y cianosis debido a una evolución rápida de la enfermedad. La válvula pulmonar, en un caso estaba normal (5) y en otro estenosada (7), lo que posiblemente evitaba la hipertensión pulmonar que presentaba nuestra ternera.

El síndrome Eisenmenger se produce como consecuencia de una comunicación sistémico-pulmonar asociado a hipertensión pulmonar por lo que se produce un shunt de derecha a izquierda y por lo tanto, hay cianosis. En nuestro caso hay comunicación sistémico-pulmonar y hay hipertensión pulmonar, sin embargo no hay cianosis, posiblemente

debido a que la presión sistémica sigue siendo mayor que la pulmonar, y no hay paso de sangre pulmonar a sistémica, lo que determina que las presiones de gases arteriales sean normales. Esto explica que el animal no presentase signos de insuficiencia cardíaca.

Referencias

1. Buczinsci S, Rezakhani A, Boerboom D. Heart disease in cattle: Diagnosis, therapeutic appproaches and prognosis. Vet J. 2009; doi:10.1016/j.tvjl.2009.05.005.

2. Kemler AG, Martin JE. Incidence of congenital defects in bovine fetusse. Am J Vet Res. 1972; 33: 249-251.

3. Ohwada K, Murakami T. Morphologies of 469 cases of congenital heart diseases in cattle. J Japan Vet Med Assoc 2000; 53, 205-209.

4. Igor E. Konstantinov. Historical Perspectives Taussig-Bing Anomaly. Heart Inst J. 2009; 36(6): 580-585.

5. Wilson RB, Cave JS, Horn JB and Kasselberg AG. Double Outlet Right Ventricle in a Calf. Can J Comp Med.1984; 49: 115-116.

6. Zulauf M, Tschudi P, Meylan M. [Double outlet right ventricle (DORV) in a 15 month old heifer.] Schweiz Arch Tierheilkd 2001; 143: 149-154.

7. Prosek R, Oyama MA, Church WM, Nagy DW, Sisson DD. Double-Outlet Right Ventricle en an Angus Calf. J. Vet Intern Med.2005; 19:262-267.

HALLAZGOS CLÍNICOS Y ECOGRÁFICOS EN UN CASO DE TROMBOSIS DE LA VENA CAVA CAUDAL EN UNA VACA

J. A. PÉREZ-SALAS OCHANDO, A. VILLAESCUSA FERNÁNDEZ, M. RE, J. BLANCO MURCIA.
DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL. FACULTAD DE VETERINARIA.UCM / juanpso@vet.ucm.es

INTRODUCCIÓN:
La trombosis de la vena cava caudal (TVCC) es una patología relativamente frecuente en el ganado vacuno (1) que se origina por la obstrucción parcial o incluso total de la luz de este vaso como consecuencia de la formación de un trombo blanco (2,3). Dado el elevado número de complicaciones con las que se asocia esta patología, entre las que cabe destacar la bronconeumonía crónica supurativa o la muerte súbita tras la erosión de los vasos pulmonares y consecuente hemorragia masiva, el pronóstico de los animales afectados es, por lo general, desfavorable. Esto hace que se recomiende el sacrificio temprano de los bovinos tras el diagnóstico de TVCC, siendo necesario, por tanto, que este diagnóstico sea llevado a cabo lo más pronto posible (4).

Ante la sospecha de esta patología, los signos clínicos observados en el animal afectado y los hallazgos de la analítica sanguínea no permiten establecer un diagnóstico definitivo por sí solos. Diferentes autores consideran que el procedimiento diagnóstico más importante en la TVCC en el bovino es el estudio ecográfico de la vena cava caudal a nivel hepático (3,4,5).

En la presente comunicación se describen los hallazgos clínicos, radiológicos, ecográficos y de la analítica sanguínea, así como los posteriores hallazgos de la necropsia en el caso de una novilla de raza frisona afectada de TVCC.

DESCRIPCIÓN DEL CASO CLÍNICO:
El 24 de noviembre de 2009 se remitió al Servicio de Medicina y Cirugía de Rumiantes del Hospital Clínico Veterinario Complutense (HCVC) un bovino hembra de raza frisona de 26 meses de edad, 411 Kg de peso y gestante de unos 80-90 días con un cuadro clínico compatible con una TVCC. El animal presentaba desde hacía un mes apatía, palidez de mucosas, episodios de epistaxis bilateral, fiebre intermitente y disnea con marcado refuerzo espiratorio. En la explotación de origen se habían instaurado previamente terapias antimicrobianas de amplio espectro, junto con la administración de antiinflamatorios no esteroideos y hemostáticos, obteniéndose únicamente respuestas clínicas favorables transitorias, tras las cuales el animal volvía a desarrollar cuadros de disnea, tos, epistaxis, fiebre y apatía. Ante la sospecha de la existencia de una TVCC debido a los signos clínicos y hallazgos de la exploración, la novilla fue remitida al Servicio de Medicina y Cirugía de Rumiantes del HCVC. En el momento de la admisión de la novilla en el HCVC se realizó una exploración clínica general y una analítica sanguínea completa, de las que a continuación se detallan los hallazgos más significativos. La exploración clínica reveló la existencia de taquipnea (con 54 respiraciones por minuto), taquicardia (con 110 pulsaciones por minuto), temperatura rectal de 39,2ºC, marcada palidez de mucosas, postura ortopneica, apatía e hipotonía ruminal. En la auscultación de ambos hemitórax se detectó la presencia de sonidos respiratorios anormales, con refuerzo espiratorio y sonidos crepitantes, compatibles con una bronconeumonía crónica. En la hematología y bioquímica sanguíneas los datos más significativos fueron la existencia de una marcada anemia regenerativa, con un hematocrito de 12,6% (valores de referencia: 24-46%), neutrofilia con desviación a la izquierda, hipoalbuminemia, hiperglobulinemia y aumento de fibrinógeno. Estos hallazgos en la analítica junto con el mal estado general del animal llevaron a la instauración de una transfusión sanguínea. Así mismo, se inició un nuevo tratamiento antibiótico de amplio espectro con amoxicilina y ácido clavulánico y se administró un antiinflamatorio no esteroideo (carprofeno).

Por otra parte, se realizó un estudio radiológico de tórax en el que se observó un patrón mixto con marcado componente bronquial e intersticial difuso en todo el parénquima pulmonar, siendo más evidente en la zona ventrocaudal, compatible con un proceso de bronconeumonía, hemorragia o edema. Además, en el área dorsocaudal se apreciaba una zona redondeada de densidad tejido blando compatible con la existencia de un absceso, tumor primario o metástasis.

Ante la sospecha de la existencia de una bronconeumonía crónica supurativa como consecuencia de una TVCC, se procedió a realizar un estudio ecográfico con una sonda convex de 3,5 MHz a nivel de los espacios intercostales 11º y 12º del hemitórax derecho con el objetivo de valorar la vena cava caudal. Las imágenes ecográficas obtenidas mostraron una vena cava caudal dilatada, de 5x3,5 cm de diámetro, con una imagen ovalada en el corte transversal, siendo la imagen normal de sección triangular en el ganado vacuno adulto (3). Solamente en uno de los estudios ecográficos posteriores se pudo observar el trombo como una estructura ecogénica en el interior del vaso, lo que llevó a establecer un diagnóstico antemortem de trombosis de la vena cava caudal. También se detectó mediante examen ecográfico la presencia de unas masas con contenido ecogénico y halo hiperecogénico en hígado y pulmón compatibles con abscesos o neoplasias.

Durante el tiempo que permaneció el animal en el HCVC, continuó con el cuadro de apatía, debilidad y atonía ruminal y con episodios de fiebre intermitente (temperatura rectal máxima observada: 40,3ºC), síntomas respiratorios y dos episodios de sangrado leve por ollares. Además, en las analíticas sanguíneas realizadas durante este tiempo se comprobó un leve aumento del hematocrito tras la realización de la transfusión sanguínea. Por otra parte, se observó un aumento de la leucocitosis y de la neutrofilia y una elevación de las proteínas plasmáticas totales.

Debido al pronóstico desfavorable, se decidió realizar la eutanasia humanitaria del animal 10 días después de su llegada. En la necropsia se pudo confirmar el diagnóstico antemortem de TVCC al observarse en esta vena un trombo séptico de 15 cm de longitud por 4 cm de diámetro, encapsulado y con contenido purulento. Adyacente a dicho trombo se encontró un absceso hepático. El resto del parénquima hepático presentaba también numerosos abscesos. En el aparato respiratorio ambos pulmones estaban muy afectados con múltiples abscesos, focos necróticos y hemorrágicos, focos neumónicos y abundante fibrina y adherencias con el diafragma y éste con el hígado. En el sistema cardiovascular también se observó la dilatación de la arteria pulmonar y en el riñón se localizó un foco metastático y una nefritis purulenta.

DISCUSIÓN:

El caso clínico descrito resultó ser una TVCC que pudo ser diagnosticada antemortem mediante el examen ecográfico de la vena cava caudal y confirmarse postmortem en la necropsia realizada. La TVCC se produce como consecuencia de la obstrucción parcial o total de la luz de este vaso como consecuencia de la formación de un trombo blanco y es más frecuente en el ganado vacuno adulto, afectando sólo en raras ocasiones a animales jóvenes, en general asociado a casos de onfalitis (3). La causa más frecuente de TVCC en los bovinos adultos es la presencia de abscesos a nivel hepático, a partir de los cuales se produce erosión de la pared de este vaso, que conduce a la formación del trombo responsable del cuadro clínico (1,2). Sin embargo, se ha descrito en la bibliografía la existencia de casos clínicos originados a partir de focos infecciosos lejanos, entre los que cabe destacar mamitis, metritis o pododermatitis (3,5) y, en raras ocasiones, se ha descrito la aparición de casos en los que no ha sido posible determinar el foco de infección (3). Los agentes más frecuentemente aislados son Fusobacterium necrophorum y Arcanobacter pyogenes (3).

Generalmente la presencia de síntomas pulmonares junto con hemoptisis y/o epistaxis suelen conducir al diagnóstico presuntivo de TVCC asociada con el desarrollo de una bronconeumonía crónica supurativa por la diseminación de los émbolos, pero hay que tener en cuenta que, como se ha comprobado en el caso clínico descrito anteriormente, la mayoría de síntomas clínicos y hallazgos laboratoriales de esta patología son inespecíficos, por lo que en el diagnóstico diferencial se deben considerar enfermedades con sintomatología similar, entre las que cabe destacar: bronconeumonía purulenta, endocarditis, neumonía por aspiración, nefritis purulenta y también aquellas patologías que cursen con epistaxis y/o hemoptisis (2,4).

Gracias a los estudios llevados a cabo en este caso clínico, se comprueba lo descrito por diferentes autores consultados (3,4,5), que inciden en el hecho de que la ecografía a nivel hepático es el método más fiable, rápido y práctico de diagnóstico in vivo de la TVCC. De la misma forma, en medicina humana se ha descrito también la utilidad de esta técnica para el diagnóstico de la trombosis de la vena cava inferior (6). En cuanto a la especie bovina, cuando se produce la obstrucción de la vena cava caudal por un trombo, hay una congestión y dilatación del vaso, que se observa ecográficamente con forma ovalada o circular en su corte transversal (3). Así mismo, en ocasiones es posible localizar abscesos en hígado, ascitis y/o dilatación de venas hepáticas. Como en el caso clínico aquí descrito, el diagnóstico definitivo sólo puede realizarse mediante localización ecográfica del trombo en el interior de la vena cava. Sin embargo, cabe señalar que en la mayoría de TVCC no es posible obtener una imagen ecográfica del trombo, ya que suele situarse en una zona más craneal, quedando la vena cava oculta por los pulmones (3,5). Por lo tanto, en la mayoría de los casos sólo puede observarse la dilatación del vaso, por lo que se debe tener en cuenta otras patologías que cursen con congestión de la vena cava caudal, como insuficiencia cardíaca derecha o compresión externa de la misma (2,3,4). Algunos autores han descrito la ecografía intraoperatoria (tras una laparotomía exploratoria por el flanco derecho) como método más fiable para confirmar la TVCC y detectar abscesos profundos a nivel hepático (7).

La importancia del diagnóstico de esta patología mediante ecografía radica en la posibilidad de establecer un pronóstico temprano, reduciéndose así los gastos económicos derivados de ella y limitando la instauración de tratamientos médicos que resultan ineficaces.

BIBLIOGRAFÍA

Gudmundson J, Radostits OM, Doige CE. Pulmonary thromboembolism in cattle due to thrombosis of the posterior vena cava associated with hepatic abscessation. Can Vet J, 1978; 19:304-309.

Radostits OM, Gay CC, Blood DC, Hinchcliff KW. In: Diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. London: W.B.Saunders, 2000:451-452.

Braun U. Clinical findings and diagnosis of thrombosis of the caudal vena cava in cattle. The Veterinary Journal, 2008; 175:118-125.

Braun U. Flebitis y trombosis de la vena cava caudal. In: Dirksen G, Medicina interna y cirugia del bovino. Buenos Aires: Intermedica, 2005; 178-180.

Mohamed T, Sato H, Kurosawa T, Oikawa S. Ultrasonographic localisation of thrombi in the caudal vena cava and hepatic veins in a heifer. The Veterinary Journal, 2004; 168:103-106.

Cavanna L, Civardi G, Vallisa D. Ultrasound image of massive inferior vena cava thrombosis causing asymptomatic subclinical disseminated intravascular coagulation. Haematologica, 1998; 83:1041-1042.

Sigrist I, Francoz D, Leclére M, Buczinski S. Antemortem diagnosis of caudal vena cava thrombosis in 2 cows. J Vet Intern Med, 2008; 22:684-686.

RESOLUCIÓN QUIRÚRGICA DE FRACTURAS DE METACARPO Y METATARSO EN DOS TERNERAS FRISONAS

RE, M.; PÉREZ-SALAS OCHANDO, J.A.; VILLAESCUSA FERNÁNDEZ, A.; LÓPEZ SAN ROMÁN, J.; GOYOAGA ELIZALDE, J.; RODRÍGUEZ QUIRÓS, J.; PARRILLA PALACIOS, G.

Introducción

Las fracturas de metacarpo y metatarso son las de mayor incidencia (50%) en bovinos de cualquier edad (1).

Las fracturas de metacarpo y metatarso se pueden clasificar según la localización: diafisaria, epifisaria (articular) y de la placa de crecimiento (Salter y Harris); según el tipo: simple, múltiple o conminuta; cerrada o abierta y según la dirección: transversa, oblicua o espiroidea.

Las fracturas de metacarpo son el doble de frecuentes que las de metatarso (2). En los terneros neonatos son frecuentes las fracturas conminutas de la diáfisis derivadas de un trauma durante una distocia o de un exceso de tracción durante el parto (3). Las fracturas conminutas son más frecuentes que las abiertas debido a la ingente fuerza necesaria para causar la fractura, aunque, debido al limitado tejido blando que recubre el hueso, la incidencia de las fracturas abiertas es entre el 10-20% (4, 5).

En el tratamiento de estas fracturas se pueden emplear diferentes métodos de fijación externa o interna dependiendo del tipo de fractura y del peso del animal (6). El pronóstico es excelente para las fracturas cerradas y entre regular y bueno en las fracturas abiertas. Aunque los bovinos sean considerados bastante resistentes, son susceptibles a osteomielitis, fisitis séptica y artritis séptica (3).

Los animales, después del tratamiento, normalmente no presentan cojera, ni deformidad o acortamiento en la extremidad y generalmente llegan a ser productivos (7).

Descripción de los casos clínicos

A continuación se describen dos casos remitidos al Servicio de Medicina y Cirugía de Rumiantes del Hospital Clínico Veterinario Complutense. Los animales tratados eran dos terneras frisonas de una semana de edad con fractura cerrada de metacarpo y fractura abierta de metatarso con osteomielitis, respectivamente.

En ambos casos la anamnesis reveló que la fractura se produjo unos días después del parto, tras un traumatismo provocado por la madre. El diagnóstico se confirmó mediante el estudio radiológico de las extremidades afectadas, realizando dos proyecciones dorsopalmar/plantar y lateromedial. El estudio radiológico permitió determinar el tipo de fractura, el tratamiento más adecuado (en este caso quirúrgico) y el pronóstico.

En ambos casos, se procedió a la inmovilización temporal de la fractura mediante fibra de vidrio y se instauró un tratamiento antibiótico de amplio espectro (ceftiofur 1mg/kg/día) previo a la cirugía. En la preparación prequirúrgica los animales se sometieron a un ayuno de 24 horas previo a la cirugía que se efectuó bajo anestesia general, con inducción intravenosa con xilazina (0.1mg/kg) y ketamina (2.2 mg/kg) y mantenimiento con anestesia inhalatoria (isofluorano).

A continuación se describe el tratamiento aplicado para cada uno de los pacientes y la evolución del mismo:

Caso 1.

En el primer caso, el animal presentó una fractura cerrada, oblicua, en pico de flauta, de la diáfisis metacarpiana. Se realizó la reducción abierta de la fractura mediante una incisión elíptica en la porción lateral del metacarpo y se alineó la fractura con pinzas de reducción, comprobando la correcta alineación mediante control radiológico. Se efectuó la estabilización de la reducción mediante una fijación interna con tres tornillos de cortical de paso ancho (3,5 mm de diámetro y 1,75 mm de paso de rosca), perpendiculares al foco de fractura. El cierre del abordaje se llevó por planos,

mediante una sutura reabsorbible de ácido poliglicólico del periostio y del plano subcutáneo y grapas de acero inoxidable para la piel. Posteriormente se colocaron dos agujas de Kirschner (diámetro 3 mm) en la parte distal del radio, que luego se incluyeron en una férula de fibra de vidrio.

En el postoperatorio, se instauró un tratamiento analgésico-antiinflamatorio a base de carprofeno (1,4mg/kg/48h) y morfina (0,1mg/kg/6h) durante los primeros 4 y 2 días, respectivamente, complementándolo con un protector gástrico (ranitidina 1mg/kg/8h) y se siguió con el tratamiento antibiótico del principio hasta los 10 días siguientes a la cirugía. A las dos semanas de la intervención se retiraron las grapas, al mes se extrajeron bajo anestesia las agujas de Kirschner y la escayola y el animal volvió a su explotación con un vendaje Robert-Jones. Se quitó el vendaje a los 10 días y se limitó el ejercicio durante un mes.

Caso 2.

En el segundo caso, el paciente presentaba una fractura abierta oblicua y conminuta de la metafisis distal metatarsiana que se había intentado tratar de forma conservadora durante dos semanas. En este paciente se instauró una antibioterapia previa para resolver la osteomielitis con metronidazol (25 mg/kg/12h) y ceftiofur (1 mg/kg/24h) y perfusiones regionales de amikacina (500 mg en 40 ml de suero fisiológico). Finalmente se procedió a intervenir al animal para llevar a cabo una reducción de la fractura a foco cerrado y la fijación de la misma mediante la aplicación de un fijador externo bilateral con 5 clavos transfixiantes de 4 mm de diámetro con rosca central. Los clavos se colocaron perpendiculares al eje longitudinal del metatarso, de los cuales dos se colocan distales al foco de fractura pero sin afectar la línea de crecimiento y tres a nivel proximal de la fractura. Antes de despertar al animal se realizó un legrado del foco de osteomielitis con cucharilla y suero fisiológico a presión, se tomaron muestras para cultivo y antibiograma y se colocó un vendaje almohadillado alrededor de las barras fijadoras. Por último, se procedió a la inmovilización de la extremidad mediante dos férulas en la cara dorsal y plantar respectivamente. En el postoperatorio se siguió el mismo tratamiento analgésico-antiinflamatorio que en el caso anterior y se realizaron lavados diarios de la herida quirúrgica con gentamicina al 0,1%.

Tras conocer los resultados del antibiograma (a la semana de la cirugía), se inició otro tratamiento antibiótico combinando marbofloxacina (2mg/kg/24h) con amoxicilina-clavulánico (8,75 mg/kg/24h) durante dos semanas.

Dos semanas después de la cirugía, la herida se cerró y dejo de supurar, disminuyendo la inflamación del metatarso. Radiológicamente hubo mejoría de los signos radiológicos, pero el animal siguió sin apoyar la extremidad y se observó una hiperextensión de la articulación metatarso-falangiana de la contralateral.

A los 35 días de la cirugía se procedió a quitar la férula y a extraer, bajo sedación, dos clavos transfixiantes (los situados en 2º y 4º posición), tras haber comprobado que hay formación de callo óseo. Al mes y medio extrajeron el resto del material.

La evolución de ambos animales se monitorizó mediante los signos clínicos y la realización de radiografías semanales. En los dos casos se observó una correcta reducción de la fractura con formación de callo óseo. En el primer caso los signos radiológicos reflejaron la clínica del animal que empezaba ya a apoyar la extremidad al mes de la cirugía. En el segundo caso a pesar de la evolución radiológica favorable, la ternera tardó en apoyar la extremidad afectada.

Discusión

La decisión de tratar las fracturas en animales de producción se toma considerando el coste del tratamiento, el porcentaje de éxito del mismo y el potencial valor económico o genético del animal.

Las fracturas cerradas de la diáfisis distal del metacarpo o metatarso normalmente se resuelven con el uso de una inmovilización de la extremidad mediante escayola o fibra de vidrio (3).

En cada uno de los casos presentado se eligió la técnica quirúrgica adecuada al tipo de fractura.

En la ternera con fractura cerrada del metacarpo, por el tipo y localización de la fractura se ha optado por una fijación interna mediante tornillos. La fractura, muy oblicua y con desplazamiento de los fragmentos, sólo se podía estabilizar realizando una reducción abierta. Con la fijación interna se evitan además las complicaciones de la coaptación externa, como unión retardada o malunión y prolongada convalecencia.

La colocación de las agujas o clavos transfixiantes, incluidos en la férula ("*walking-cast*"), confiere una mayor estabilidad, evita el colapso óseo y que el animal apoye todo el peso de la extremidad sobre el foco de fractura.

En el segundo caso, se trata de una fractura abierta oblicua de la diáfisis metatarsiana, con un pronóstico peor que en el primer caso, ya que en la fractura abierta se presentan signos radiológicos de osteomielitis antes y después de la cirugía.

Sin embargo, tras no haber tenido éxito con la simple inmovilización de la fractura mediante una férula de coaptación, se

procede a un tratamiento quirúrgico que asegure la correcta fijación del metatarso y el legrado del foco de osteomielitis. Dentro de las complicaciones de la fijación externa, varios autores describen la inestabilidad de la fractura, la pérdida de los clavos y la presencia de infección u osteolisis en el trayecto de los clavos (6). Al mes y medio de la cirugía, el estudio radiológico revela una buena consolidación de la fractura y la formación de callo óseo, no se observan signos de osteomielitis, pero hay osteolisis en el trayecto de los clavos que puede explicar la clínica del animal. Está descrito que en este tipo de fracturas la evolución es mucho más lenta (6-8 meses después del traumatismo)(3) y el porcentaje de éxito disminuye al 73%, respecto al 100% de los terneros que presentaban fracturas cerradas (7).

Considerando incluso el pequeño margen de beneficio implicado en el tratamiento de bovinos con lesiones graves, estos métodos de tratamiento de las fracturas por lo general no son demasiado caros y técnicamente viables.

Bibliografía

(1) Auer JA, Steiner A, Lischer C, Iselin U. Internal fixation of long bone fractures in farm animals. Vet Comp Orthop Traumatol, 1993; 6:36-41.

(2) Greenough PR, MacCallum FJ, Weaver DA. Lameness in cattle. Philadelphia: Lippincott, 1972; 309-314.

(3) Steiner A. Enfermedades del metacarpo, metatarso y nudo. In: Dirksen G, Medicina interna y cirugia del bovino. Buenos Aires: Intermedica, 2005; 757-9.

(4) Ferguson JG. Management and repair of bovine fractures. Compend Contin Educ Pract Vet, 1982; 4:128-135.

(5) Anderson DE, St-Jean G. External skeletal fixation in ruminants. Vet Clin North Am Food Anim Pract, 1996; 12:117-52.

(6) Bilgili H, Kurum B, Captug O. Use of a circular external skeletal fixator to treat comminuted metacarpal and tibial fractures in six calves. Vet Rec, 2008; 163:683-7.

(7) Tulleners EP. Metacarpal and metatarsal fractures in cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract, 1996; 12(1):199-209.

RESECCIÓN QUIRÚRGICA DE UN ODONTOMA MANDIBULAR EN UNA NOVILLA HOLSTEIN

JESÚS GARCÍA COLLADO/JORGE MARTÍNEZ VALDUEZA
COOPERATIVA VALLES UNIDOS DEL ASÓN. RAMALES DE LA VICTORIA-CANTABRIA

Resumen
Se presenta el proceso quirúrgico de la extirpación de un fibroma ameloblástico derivado de tejido odontogénico, situado en la parte incisiva de la mandíbula de una novilla frisona de 5 meses.

El objetivo de esta presentación es hacer una sucinta revisión de la literatura referente a la aparición de estas formaciones y a su clasificación histológica, y analizar su presentación clínica, su diagnóstico diferencial y sus posibilidades terapéuticas.

Introducción
Se desconoce exactamente la frecuencia de aparición de estos tumores en el ganado bovino considerándose, en general, rara su presentación. Gardner D.G. (School of Dentistry, University of Colorado), refiere en 1996 un estudio de únicamente 24 casos en la literatura.

Los odontomas se definen histológicamente como fibromas de origen odontogénico, y están formados por todas las estructuras que componen un diente o un grupo de dientes. Clásicamente se suelen clasificar en complejos y compuestos.

Los compuestos están constituidos por múltiples formaciones de pequeñas dentículas con diferenciación frecuente en esmalte, dentina y cemento.

Los complejos aparecen como un acúmulo de tejidos embrionarios precursores de estructuras dentarias pero sin una morfología clara de diente.

Con arreglo a su situación, pueden ser intraóseos (los de mayor frecuencia); extraóseos o de tejidos blandos y odontomas erupcionados si llegan a emerger hacia la cavidad oral.

Su etiología tampoco es clara, habiéndose demostrado su inducción en animales de laboratorio tras la administración de sustancias carcinógenas, por restricciones nutricionales o como consecuencia a traumatismos.

En ganado bovino al igual que ocurre en humana, es más frecuente la presentación mandibular que la maxilar pero aparecen diferencias entre la frecuencia de localización que es retromolar en la especie humana y labial anterior en vacuno, como en el caso que nos ocupa.

Se considera una neoplasia propia de animales jóvenes de carácter invasivo y que no metastatiza.

Material y métodos
Novilla Holstein de 5 meses de edad que presentaba una gran masa carnosa en la mandíbula inferior.

La formación ocupaba una situación anterolateral a la mandíbula entre el labio inferior y la línea dentaria, produciendo una protusión infiltrante sobre la encía de unos 13 cm. de diámetro que se hallaba infectada superficialmente y deformaba toda la línea dental.

La movilidad de la lengua y la integridad de la mucosa sublingual no parecían estar sin embargo afectadas. La evolución había sido relativamente rápida, y no se había apreciado mejoría tras la administración durante 10 días de una mezcla de Bencilpenicilina y Dihidroestreptomicina, combinadas con dos aplicaciones de ioduro sódico, tras una primera sospecha diagnóstica de Actinomicosis.

La masa era de consistencia dura, no desplazable y no se observaba solución de continuidad con el hueso mandibular.

Su superficie presentaba un aspecto difteroide muy contaminado con una cierta secreción purulenta pero no se distinguían los gránulos de azufre propios de un granuloma por Actinomyces bovis. A pesar de que el tamaño de la tumefacción, la falta de respuesta al tratamiento previo y la discapacidad del animal para alimentarse normalmente hacían pensar en que la situación era irreversible para la novilla, se decidió la cirugía.

La intervención se realizó en condiciones de campo con sedación general intravenosa (40 mg de xilazina) y bloqueo anestésico regional con lidocaína. Dicho bloqueo se realizó en el cuerpo de la mandíbula rostralmente a su cara bucal a la altura del agujero mentoniano, por el que sale el paquete vasculonervioso mentoniano (V mandibular), continuación del paquete vasculonervioso alveolar mandibular.

Dada la elevada dosis de xilazina y con objeto de controlar los efectos vagotónicos, se monitorizaron frecuentemente las frecuencias cardiaca y respiratoria.

El procedimiento quirúrgico consistió en la separación y el legrado del tejido fibromatoso entre el suelo de la cavidad bucal, la porción incisiva del hueso mandibular y el labio inferior.

En las incisiones de las líneas labial y gingival se procuró preservar la mayor parte de tejido no afectado para poder utilizarlo posteriormente como colgajo en la reconstrucción final. La exéresis de la mayor parte de la masa tumoral se realizó con una legra porque la consistencia era ósea, y no se apreciaba una cápsula fibrosa periférica de la lesión, que hubiera posibilitado el desbridamiento de la misma. Se profundizó hasta labrar una pequeña concavidad en el hueso mandibular con objeto de eliminar todos los restos de infiltración. Por los laterales se siguió el mismo procedimiento teniendo que estimar los límites del tumor por la desaparición de la textura ósea. El legrado de la parte superior de la masa tumoral se hizo intentando respetar la integridad de la cara bucal de la encía y la parte anterior del suelo de la boca. Para frenar la abundante hemorragia en sábana se utilizó un electrocauterio en las zonas más sangrantes.

Del núcleo de la masa extirpada, extrajimos varios dientes perfectamente estructurados. El aspecto calcificado y fibroso de la tumefacción junto con el hallazgo de esos dientes durante el legrado del tejido afectado, nos hizo pensar que podía tratarse de un tumor.

Se recogió una muestra de esta sección para su estudio anatomopatológico.

Una vez vaciado el fibroma, para intentar reducir la cavidad creada y reconstruir en la medida de lo posible la forma de la mandíbula, se practicaron dos puntos sueltos en U de unos 15 mm. con material sintético no reabsorbible (Supramid® nº6). Puntos estos transfixiantes entre la parte vestibular y la bucal de la mucosa gingival y a unos 4 cm. del borde de las incisiones. Una vez reducido en parte el hueco se prosiguió con una sutura continua de la incisión de tipo Reverdin, aproximando ambos bordes, y procurando que el hilo saliera a unos 10mm. de estos, para intentar evitar una dehiscencia por isquemia o un cizallado por la elevada tensión. El material fue de nuevo sutura sintética monofilamento no reabsorbible (Supramid® nº6).

Se prescribió terapia antibiótica por 10 días con Bencilpenicilina procaína+Dihidroestreptomicina a dosis de 2 mill UI y 2gr respectivamente.

Resultados y discusión

Aunque la localización de la masa inflamada no era la más habitual para tratarse de un granuloma por Actinomicosis, y a pesar de que el tratamiento habitual de esta patología no había proporcionado mejoría alguna, decidimos intentar la reducción quirúrgica de la lesión y la remisión de una muestra de tejido para su estudio anatomopatológico.

En las pruebas Histopatológicas realizadas en el laboratorio Exopol de Zaragoza se evidenciaba "la *presencia de abundante tejido conjuntivo con zonas de mayor celularidad y zonas con mayor depósito de colágeno en cuyo seno se observa de forma multifocal la presencia de epitelio odontogénico y tejido osteoide*."El diagnóstico emitido fue: **fibroma ameloblástico compuesto,** Tumor derivado del epitelio odontogénico.

La evolución fue favorable, cuatro semanas después de la intervención, la mandíbula había recuperado casi su forma inicial y el animal comía sin dificultad, en el frente de la herida se observaba una línea de nódulos purulentos que no parecían profundizar. La palpación profunda del borde de la encía no era dolorosa ni se apreciaba ninguna tumefacción interior persistiendo una ligera elevación de la mucosa sublingual. Se decidió reinstaurar terapia antibiótica con el mismo protocolo que en el postoperatorio y se mantuvieron los puntos de colchonero sueltos como precaución, se retiró la línea de sutura del borde anterior porque estaba prácticamente suelta posiblemente por efecto del roce con el comedero.

Seis semanas después de la operación, se retiraron los puntos restantes. La infección había desaparecido y se podía observar a través del borde de la herida abundante tejido de granulación. La anterior deformación de la zona

sublingual aparecía disminuida. La mandíbula presentaba un aspecto perfectamente normal y el animal no evidenciaba discapacidades en la deglución o aprehensión del alimento.

Cuatro meses después sólo la ausencia de incisivos en la zona lateral izquierda de la mandíbula indicaba la patología anterior.

Conclusión

Coherentemente con la bibliografía de esta patología en humana, la cirugía amplia y completa de los fibromas ameloblásticos odontogénicos es un tratamiento eficaz que no produce recidivas y proporciona elevadas tasas de curación y recuperación morfofuncionales.

Referencias

- José Luis Gutiérrez Pérez 2006. Atlas de tumores odontogénicos *Volumen 67 de Manuales universitarios Publicaciones de la Universidad de Sevilla.*Universidad de Sevilla, 2006

- *Gardner D.G. 2006. Ameloblastie fibromas and related tumors in cattle. Journal of Oral Pathology & MedicineVolume 25 Issue 3, Pages 119 - 124*

- Gerrit Dirksen; Hans-dieter Gründer; Matthaseus Stöber (eds.) 2005 Medicina Interna y Cirugía del Bovino. 4ª edición ed intermedica. Buenos aires argentina

- Martín-Granizo-López R , Ortega L, González-Corchón MA, Berguer-Sández A. Fibroma

ameloblástico mandibular. Presentación de dos casos. Med Oral 2003;8:150-3.© Medicina Oral S. L. C.I.F. B 96689336 - ISSN 1137 - 2834

PANCITOPENIA HEMORRÁGICA NEONATAL BOVINA (BNHP) EN ESPAÑA: CONFIRMACIÓN DE CASOSO CLÍNICOS EN DOS EXPLOTACIONES LECHERAS DEL NORESTE DE CATALUÑA.

RAMÓN ARMENGOL (1), DANIEL PONTÉ (1), ANA DE PRADO (2), MIGUEL A. SIERRA (2), MARÍA CASAS (3), MARCELO DE LAS HERAS (4), ALICIA UIXERA (4) Y JOSÉ A. GARCÍA-JALÓN (4)
(1): ASESORIA VETERINARIA LLEIDAVET, S.L.P.
(2): PFIZER SALUD ANIMAL
(3): OVISLAB, S. L.
(4): DEP. DE PATOLOGÍA ANIMAL. FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Resumen
El objeto de esta comunicación es presentar los datos correspondientes a 9 terneros pertenecientes a dos explotaciones lecheras del noreste de Cataluña con cuadros clínicos y lesiones descritos en el síndrome de la Pancitopenia Neonatal Hemorrágica Bovina (BNHP).

Introducción
El síndrome de la BNHP, también llamado diátesis hemorrágica del ternero (DH) o Síndrome Hemorrágico del Ternero, se ha descrito como una nueva enfermedad emergente de terneros muy jóvenes en Gran Bretaña, Alemania, Bélgica, Francia, Holanda, Italia y más recientemente España (1-9). Este síndrome, afecta a animales de 1 a 4 semanas de edad y se caracteriza por intensas hemorragias debido a la falta de coagulación de la sangre. La coagulopatía es tan evidente que causa sangrado espontáneo e intenso por mucosas y por la piel aunque esta, no muestre lesiones previas aparentes. También se provoca hemorragia no contenible cuando se procede a una inyección terapéutica o al crotalado para la identificación de los terneros. Aunque de momento no se ha podido establecer la causa de este proceso, los casos estudiados han permitido establecer que el hallazgo más significativo asociado al síndrome DH se caracteriza por una aplasia de la médula ósea, siendo esta lesión, la que permite diagnosticar y diferenciar esta nueva enfermedad (1).

Materiales y métodos
En dos explotaciones lecheras localizadas en el noreste de Cataluña, 8 terneros murieron desarrollando síndromes hemorrágicos durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2009 (explotación nº1) y 1 ternero en marzo de 2010 (explotación nº2). Estas granjas cuentan con un manejo excelente, se aplica un protocolo vacunal preventivo estándar y no cuentan con patologías previas relevantes.

Los terneros afectados fueron machos y hembras de entre 7 y 21 días de edad, de raza Frisona y cruces Frisona con azul Belga o Limousin. Anteriormente a presentar el cuadro hemorrágico, algunos animales mostraron un proceso leve y breve de diarrea o bien síntomas respiratorios. Inmediatamente después, los animales presentaron depresión y desarrollaron hemorragias petequiales en mucosa oral y conjuntival, así como falta de coagulación de la sangre, llegando a exudar sangre por la piel, aparentemente no lesionada y por las mucosas.

Han resultando muy llamativas las hemorragias incoercibles en puntos de inoculación, cuando estos animales fueron inyectados con diferentes medicamentos y lo mismo sucede con las heridas traumáticas cuando se procedía el crotalado para su identificación.

Los terneros afectados murieron entre las 24 y 72 horas de manifestarse el proceso, sin fiebre y con ligera hipotermia final. Los análisis sanguíneos en los animales afectados indicaban trombocitopenia muy intensa, leucopenia y anemia no regenerativa. Sin embargo, los hemogramas realizados con sangre recogida antes del encalostrado a algunos de estos

terneros resultaron dentro de los límites normales. Así mismo, las analíticas sanguíneas en otros terneros de la granja que no presentaron este síndrome resultaron también normales.

Hallazgos de necropsia

Se han observado hemorragias en conjuntiva ocular y mucosa oral. El tejido conjuntivo subcutáneo y la musculatura muestran grandes hemorragias, especialmente si coinciden con áreas de inyecciones previas. En la cavidad abdominal destaca hemoperitoneo con 0,5 a 1 l. de sangre sin coagular y numerosas hemorragias en la serosa gastrointestinal. En la mucosa del rumen y del abomaso también fueron frecuentes pequeñas hemorragias. En la cavidad torácica, las hemorragias se localizaron en pleura parietal y pericardio.

Hallazgos microscópicos

El estudio histopatológico ha permitido demostrar un aplasia total de la médula ósea roja de las esternebras y de la médula amarilla del fémur, así como gran depleción linfoide en los nódulos linfáticos, bazo, placas de Peyer y timo. En el resto de los órganos los hallazgos fueron irrelevantes. Sin embargo, en dos casos se observaron lesiones pulmonares compatibles con virus respiratorio sincitial y en un tercer ternero el cuadro clínico se había complicado como consecuencia de una onfalitis, evolucionando a un shock séptico de origen bacteriano.

Estudios etiológicos

Los estudios etiológicos, resultaron negativos o escasamente significativos para virus BVD, siendo siempre negativos en el caso del Circovirus. Los análisis bacteriológicos sólo permitieron asociar la presencia de E. coli en el caso del ternero con shock séptico originado a partir de una onfaloflebitis. En otros tres terneros también pudo aislarse E. coli en intestino.

Conclusión

Los terneros afectados han presentado un cuadro clínico y lesional semejante al observado anteriormente en otros países europeos (1,6, 7, 8 y 10). En 7 de los terneros estudiados se ha podido confirmar aplasia de la médula ósea. Este hallazgo constituye la lesión más significativa del BNHP, según se ha concluido en el pasado Simposio satélite sobre diátesis hemorrágica en terneros (2, 3, 4, 5, 7, 9). Se ha sugerido que este proceso podría estar originado por una nueva variante del virus BVD, con un Circovirus, un virus Parvo o quizás con un nuevo patógeno emergente, aunque muy recientemente se ha descartado que algún agente viral ya conocido sea el origen de este síndrome. También se ha sospechado de un proceso inmunopatológico asociado a la toma de calostro, pero de momento, no se ha podido determinar la causa concreta. Tampoco se ha podido aclarar su posible relación con determinadas vacunas, ya que, la BNHP se ha observado en rebaños en los que se utilizaron o no esos biológicos. En nuestros casos, aunque parece que los hemogramas indican que el proceso de destrucción de la médula ósea se podría iniciar con posterioridad a la toma de calostro, el reducido número de casos analizados no nos permite establecer con seguridad esta relación causa efecto. Además, otros hallazgos como las lesiones pulmonares compatibles con virus respiratorios, la intensa depleción linfoide y las complicaciones bacterianas, sugieren cierto estado general de inmunosupresión que apuntarían a una causa multifactorial compleja.

Finalmente, es importante recordar la importancia que tiene en el diagnóstico, la toma de muestras de la médula ósea, ya que la aplasia medular, se considera como la lesión más significativa en el estudio de terneros sospechosos de padecer este síndrome.

BIBLIOGRAFÍA

1. Armengol, R., Ponté D., de Prado A., Sierra M. A., de las Heras M. y García- Jalón J. A. Primeros casos de Diátesis Hemorrágica Idiopática del ternero en España.PVAlbeitar 41/2009.

2. Brugère-Picoux, J. y Karim Adjou. Bleeding disorder in Young calves in France, Personal observations. Satellite Symposium Buiatrie. European Buiatrics Forum Marseille, December 2; 2009.

3. Corbière, F.,Foucras, G., Franchi, C., Lacroux, C., Meyer, G., Trumel, C., Schelcher, F., Haemorrhagic Diathesis Syndrome: clinical and epidemiological findings of 57 suspected cases France, 2007-2009. Satellite Symposium Buiatrie. European Buiatrics Forum Marseille, December 2; 2009.

4. Friedrich, A., Carlin, A., Assad, A., Sauter-Louis, C., Rademacher, G., Klee, W. Increase in the incidence of a bleeding disorder in young calves. Epidemilogical data from Germany. Satellite Symposium Buiatrie. European Buiatrics Forum Marseille, December 2; 2009.

5. Gentile, A., Rosignoli, C., Pravettoni, D., Testoni, S., Bettini, G., Belloli, A. Pancytopenia and haemorrhagic diathesis in calves: Italian experience. Satellite Symposium Buiatrie. European Buiatrics Forum Marseille, December 2; 2009. 6. Kappe, E. C., Halami, M., Schade, B., Bauer, J., Dekant, W., Buitkamp, J., Boettcher, J., Mueller, H. Fatal aplastic anaemia with haemorrhagic disease in calves in Germany. 27th Meeting of the European Society of Veterinary Pathologist. 9-12 Octubre, Olsztyn-

Cracovia (Poland) ; 2009.

7. Pardon, B., De Bleecker, K., Ducatelle, R., Deprez, P. Neonatal haemorrhagic diathesis in Belgium (Flandes): epidemiology. Satellite Symposium Buiatrie. European Buiatrics Forum Marseille, December 2; 2009.

8. Scottish Agricultural College Veterinary Services (SAC VS). Outbreaks of idiopathic haemorrhagic diathesis syndrome in young calves. Vet. Rec., 11, 39-42; 2009.

9. Smolenaars, A. Haemorrhagic disease syndrome diagnostic and epidemiologic results. Satellite Symposium Buiatrie. European Buiatrics Forum Marseille, December 2; 2009.

10. Veterinary Laboratories Agency's (VLA's). Idiopathic haemorrhagic diathesis diagnosed in calves across England. Vet. Rec. 12, 304-307; 2009.

COMUNICACIONES ORALES | MAMITIS

EFECTO DE UN TRATAMIENTO A BASE DE IODOHIDRATO DE MORFOLINA (IODONOX) AC. ACETILSALICILICO SOBRE EL RCS Y OTROS PARÁMETROS EN VACAS LECHERAS DE RAZA FRISONA.

FRANCISCO GARCÍA ÁLVAREZ
SERSA VETERINARIOS SL

RESUMEN:
El tratamiento de vacas lactantes de raza frisona que presentan recuentos celulares altos de forma persistente con una dosis de 6.000 mg. de Iodohidrato de Morfolina (15 cc de Iodonox) y 10 g. de ácido acetil salicílico cada 12 horas durante 7 días consigue reducir significativamente el RCS, aumentando simultáneamente las tasas de grasa y proteína. Y estos efectos se mantienen en el tiempo al menos durante los tres meses siguientes en que fueron controlados.

INTRODUCCIÓN:
Los niveles altos de células somáticas en la leche de vacas en lactación son un indicativo de problemas de salud en la ubre, fundamentalmente la existencia de mamitis clínicas ó subclínicas. En el origen de esta patología encontramos muchos factores que podemos encuadrar en varios apartados: condiciones de manejo (estado de las camas, estado de los equipos de ordeño, rutina de ordeño, ventilación, etc), existencia de agentes patógenos, estado inmunitario de los animales etc.

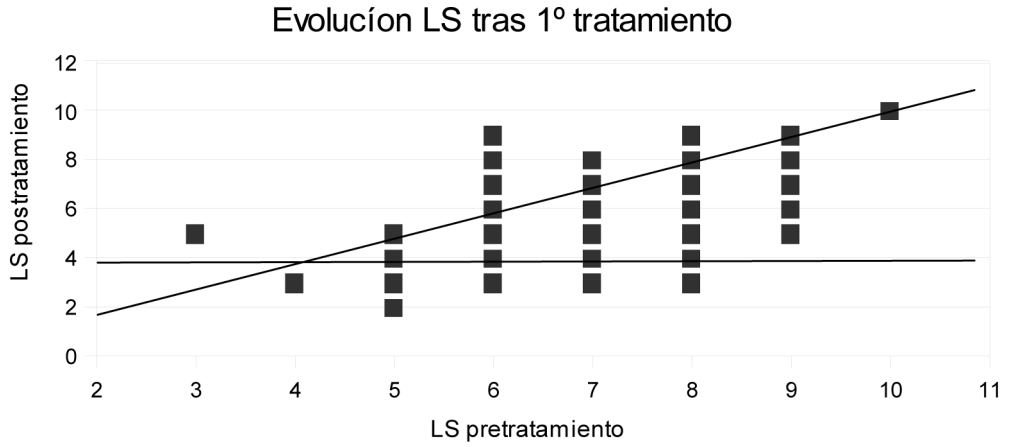
El RCS constituye un problema de salud para el animal, de producctividad del mismo, e incluso con repercusiones de seguridad alimentaria. Para afrontar el problema lógicamente se deben abordar todos los aspectos que están involucrados.

No obstante en numerosas ocasiones, tras instaurar todas las medidas correctoras y terapeúticas adecuadas encontramos algunos animales en los que no se consigue reducir el nivel de células somáticas. En estos animales hemos probado el uso de un compuesto orgánico de Iodo junto al ácido acetíl salicílico. Con este tratamiento se consiguen reducciones importates en el RCS en un porcenteje alto de los animales tratados, y simultáneamente una elevación de los porcentajes de grasa y proteína de la leche.

MATERIAL Y MÉTODOS:
Hemos seleccionado aquellas vacas que en los análisis procedentes del control lechero oficial presentaban RCS altos (mayores de 600.000 cél/ml) al menos tres meses consecutivos, que no habían respondido a los tratamientos aplicados. En ese momento se aplicaba el tratamiento estudiado que consistía en la aplicación de una dosis de 6.000 mg de un compuesto comercial de Iodohiddrato de Morfolina (15 cc de IODONOX) por vía intramuscular, junto a la adminsitración de 10 g. de ácido acetíl salicílico vía oral cada 12 horas durante siete días consecutivos, mezclado con la ración habitual.

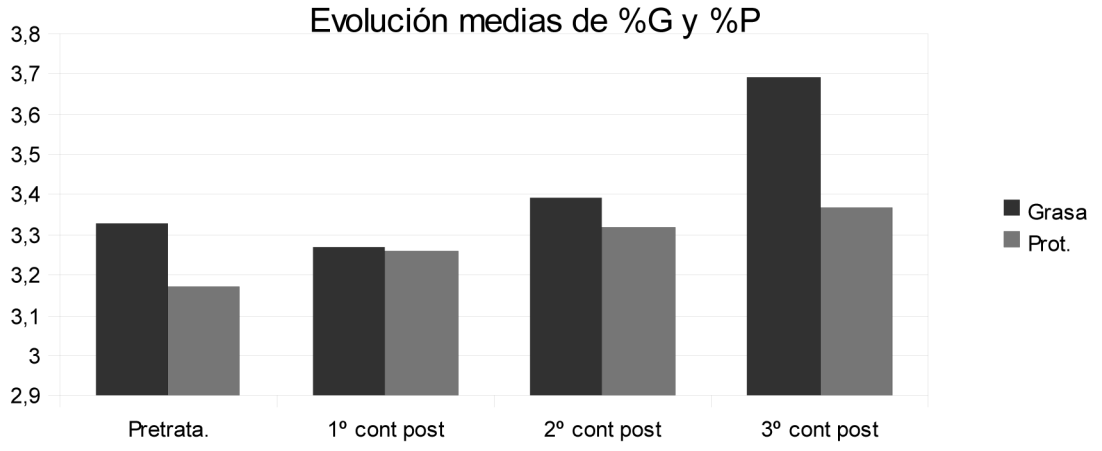
A continuación se controlaban los niveles de células somáticas, de grasa y de proteína en los tres controles posteriores al tratamiento. El RCS se expresaba tanto en miles de células por mililitros como en el Linear Score (logaritmo decimal de la concentración de células) ya que expresa mejor el estatus sanitario y las variaciones que se dan del mismo con el tiempo.

RESULTADOS:
De los 115 animales tratados y con datos de al menos un control postratamiento, en el 72 % se observa una disminución del LS siendo un 14 % los casos en que se mantiene, y el mismo 14 % en los que aumenta. Además en el 31 % de los casos se consigue un LS de 4 ó menos, independientemente del que tenían antes del tratamiento.

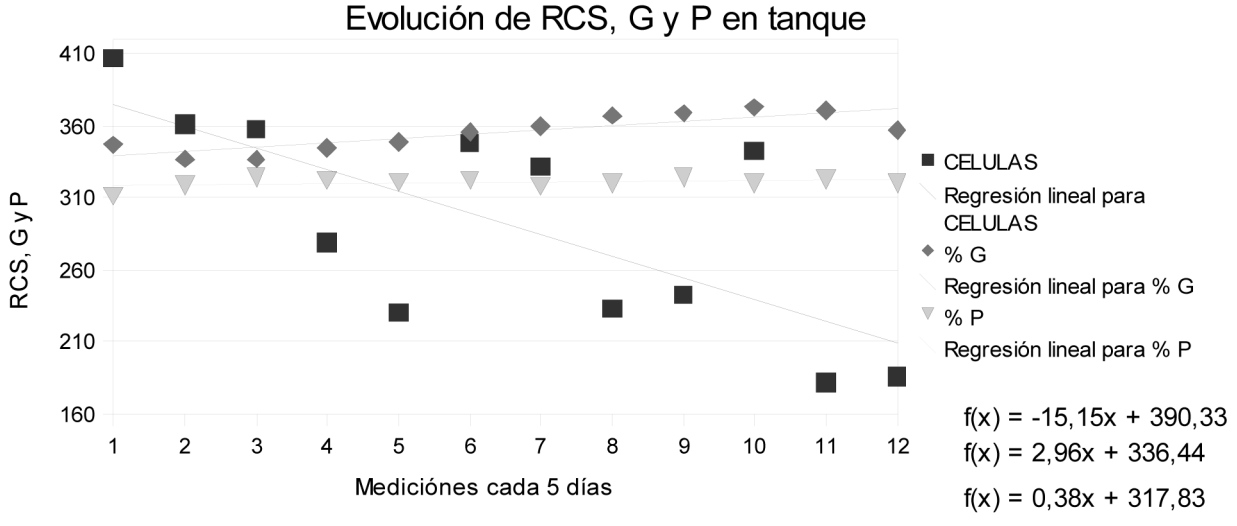


Cuando miramos el LS a los 3 meses postratamiento comprobamos que las cifras se mantienen muy similares, el 75 % de los animales mejoran el LS, un 7 % lo mantiene, y el 15 % lo empeora.

Por otro lado se observa que paralelamente a la mejora en el nivel de células somáticas, los niveles de grasa y proteína en la leche también sufren cambios al alza.



Otro efecto consecuencia lógica de los anteriores podemos verlo en la evolución de esos parámetros en el total del tangue de leche, que en el siguiente gráfico se expresa pero teniendo en cuenta que es sólo un caso particular, porque el efecto sobre el tanque dependerá de cuantos animales del total de la explotación se tratan, los niveles de células iniciales y el efecto del tratamiento en ellos.



DISCUSIÓN:
El tratamiento propuesto tiene un efecto aparentemente claro sobre los parámetros estudiados, aunque el significado exacto desde el punto de vista estadístico debería ser estudiado para su confirmación.

Otra cuestión sería el interpretar el mecanismo por el cual la aplicación del Iodohidrato de Morfolina y el Ácido Acetíl Salicílico tiene esa respuesta. Por un lado cabe pensar que esa formulación de Iodo orgánico tiene un efecto antimicrobiano, en especial sobre ciertos hongos, bacterias del género actinomyces y otras. Pero la mayoría de los animales tratados ya habían tenido tratamientos con antibióticos muy diversos y de forma reiterada. Además, es una fuente de Yodo muy asimilable, el cual es un nutriente esencial en el funcionamiento del tiroides para la elaboración de las hormonas tiroideas, y en muchos otros procesos metabólicos con especial importancia en el sistema inmunitario.

Por tanto llegados a este punto, el siguiente paso será identificar el mecanismo de actuación, considerando si los animales que no responden presentan infección por algún patógeno específico, no sensible al tratamiento, ó si la respuesta varía en función de la estimulación ó no del sistema inmune.

En cuanto su efecto sobre la grasa y la proteína, en buena lógica se trata de un efecto secundario. La mejora del estado de salud de la ubre tiene manifestaciones en la mejora de la composición de la leche, sea cual sea el mecanismo por el que se consigue.

BIBLIOGRAFÍA:
Bradley, A. y Green, M. 2005. Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. In practice. 27: 310-315.

Burton, J. L. y R. J. Erskine. 2003. Immunity and mastitis. Some new ideas for an old disease. Vet Clin North Am Food Anim Prat. 19(1): 1-45.

Erskine, R. J. 2001. Mastitis Control in Dairy Herds. In: Radostits OM, editor. Herd Health Food Animal Production Medicine. Philadelphia, Penn: WB Saunders Co. pp 397-433.

FARCO VETERINARIA S.A. Vademécum. Ficha técnica. Iodonox.

García, A. D. 2004. Células somáticas y alto recuento bacteriano. ¿Cómo controlarlo?. J. Dairy Sci, : 4031-5.

Wolter, W., y Kloppert, B. 2004. Interpretación de los resultados del conteo celular y de la aplicación de la terapia. Avances en el Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina. Guadalajara, Jalisco, México. 5 pp

INMUNIZACIÓN DE VACAS LECHERAS CON UNA BACTERINA DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS: POSIBLE PAPEL DE LA PRODUCCIÓN DE ANTICUERPOS ESPECÍFICOS CONTRA EL EXOPOLISACÁRIDO DEL BIOFILM EN LA PROTECCIÓN FRENTE LA MAMITIS CAUSADA POR STAPHYLOCOCCUS AUREUS.

ANTONI PRENAFETA[A], RICARD MARCH[A], ANTONI FOIX[A], ISIDRE CASALS[B], LLORENÇ COSTA[A]
[A]DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, HIPRA - 17170 AMER (GIRONA), ESPAÑA.
[B]SERVEIS CIENTIFICOTÈCNICS DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA, UNITAT DE TÈCNIQUES SEPARATIVES I SÍNTESI DE PÈPTIDS, 08028 BARCELONA, ESPAÑA.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue analizar un componente extracelular de Staphylococcus aureus (S. aureus) denominado Slime Associated Antigenic Complex (SAAC) e investigar el papel de la producción de anticuerpos específicos contra SAAC en la protección frente a la mamitis bovina causada por S. aureus.

INTRODUCCIÓN

Los datos disponibles sobre el papel específico de los polisacáridos de la matriz del biofilm en el desarrollo de una respuesta inmunitaria protectora contra la mamitis por S. aureus son limitados. Recientemente, Pérez y cols. (2009) observaron que las vacunas constituídas por aislados inactivados altamente productores de biofilm producían la mayor producción de anticuerpos contra el exopolisacárido PNAG (poli-N-acetil-1,6-glucosamina) y conferían la máxima protección contra la infección y la mamitis en un estudio de eficacia realizado en ganado ovino, en comparación con las vacunas que contenían aislados poco productores de biofilm, extracto crudo o PNAG purificado. Se concluyó que las vacunas procedentes de cepas con una elevada producción de biofilm podrían constituir una estrategia rentable de vacunación contra la mamitis por S. aureus en rumiantes, en contrapartida a las vacunas de polisacárido purificado. En este trabajo se utilizaron dos vacunas bacterianas, con diferente contenido de SAAC, para inmunizar vacas lecheras y, posteriormente, realizar una infección experimental con un aislado virulento de S. aureus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del SAAC: se determinó el fenotipo productor de slime en placas de agar con rojo Congo (CRA), la capacidad de formación de biofilm en microplacas de poliestireno (prueba de adherencia tardía) y la producción de SAAC (ELISA de inhibición) en trece cepas de S. aureus. Se analizó químicamente el SAAC purificado, con el fin de caracterizar los azúcares libres, los aminoácidos libres, los azúcares totales después de la hidrólisis ácida y los aminoácidos totales después de la hidrólisis ácida. Animales, vacunación y exposición: 12 novillas gestantes sanas fueron asignadas aleatoriamente a los siguientes grupos: los animales del grupo 1 (n = 4) fueron vacunados con una vacuna de S. aureus con un contenido muy limitado de SAAC (2 × 1010 bacterias inactivadas por dosis); el grupo 2 (n = 4) se inmunizó con una vacuna de S. aureus con un alto contenido de SAAC (2 × 1010 bacterias inactivadas por dosis); los animales del grupo 3 (n = 4), control negativo no inmunizado, fueron inoculados con PBS. Además, las vacunas del grupo 1 y del grupo 2 también incluyeron células inactivadas de Escherichia coli O111: B4 (cepa J5) (1010 bacterias por dosis) y un adyuvante oleoso. Los animales seronegativos fueron vacunados por vía intramuscular 45 días antes de la fecha prevista del parto y fueron vacunados de nuevo 35 días después. Cada novilla recibió una infección experimental

mediante inoculación intramamaria en dos cuarterones contralaterales con 8 × 103 UFC de una cepa virulenta de S. aureus (C195 +) CP8 aproximadamente el día 23 de lactación. Toma de muestras y análisis: los recuentos de células bacterianas (UFC/ml) en la leche se realizaron en placas de agar Columbia con sangre. Se analizaron muestras de suero y leche para detectar anticuerpos IgG específicos contra SAAC utilizando un ELISA indirecto. Los anticuerpos específicos contra S. aureus presentes en la leche se determinaron utilizando un kit comercial de ELISA (VMRD). Análisis estadístico: la producción de anticuerpos y el recuento de células bacterianas fueron analizados usando un modelo factorial mixto para medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización y análisis del SAAC: Todas las cepas productoras de slime mostraron diferentes niveles de producción de SAAC, mientras que no se detectó producción, o ésta fue débil, en las cepas no productoras de slime. Se evaluó estadísticamente la correlación entre la expresión de SAAC y la capacidad de formación de biofilm, y se observó una correlación significativa (P <0,05) entre los dos parámetros (R = 0,882). En la Figura 1 se muestra la composición química del SAAC.

Tabla 1. Determinación del fenotipo productor de slime (+/-), capacidad de formación de biofilm (OD 492 en el ensayo de biofilm) y producción de SAAC (mg de SAAC/mg de proteínas totales) en cepas de S. aureus.

Cepa de S. aureus	Fenotipo productor de limo	OD 492 en el ensayo de biofilm (SE 1)	Producción de SAAC (SE 1)
SA1H	+	1,444 (0,04)	54,0 (0,012)
SA2H	+	1,597 (0,02)	63,3 (0,015)
SA3H	+	0,385 (0,03)	20,8 (0,011)
SA4H	+	1,499 (0,04)	60,5 (0,012)
SA5H	+	1,521 (0,03)	27,6 (0,015)
SA6H	-	0,088 (0,01)	2,2 (0,011)
SA7H	+	1,030 (0,02)	26,5 (0,012)
SA8H	-	0,388 (0,06)	Nd2
SA9H	-	0,200 (0,02)	Nd2
SA10H	-	0,145 (0,01)	0,1 (0,010)
SA11H	-	0,130 (0,01)	Nd2
SA12H	-	0,235 (0,01)	Nd2
SA13H	+	0,632 (0,02)	6,9 (0,013)

1EE: error estándar de la media
2Nd. : no detectado

Figura 1. Análisis químico del SAAC.

Proteína	Proteína
Polysaccharide	Polisacárido
Glucosamine Galactosamine	Glucosamina Galactosamina
Neutral sugars	Azúcares neutros

Eficacia de la inmunización con vacunas bacterianas de S. aureus con SAAC: La inmunización con un alto contenido de SAAC en la vacuna bacteriana de S. aureus (grupo 2) incrementó de forma significativa los títulos de anticuerpos contra el SAAC (en suero y leche) y redujo la concentración de S. aureus en la leche durante el período posterior a la infección experimental, en comparación con el grupo 1 y el grupo 3. Por otra parte, se observó una correlación negativa significativa entre la producción de anticuerpos contra el SAAC en el día de la infección experimental y el recuento de S. aureus en la leche 1 día después de la infección experimental. Aunque no se observaron diferencias entre los grupos vacunados y el control con respecto a los signos clínicos de mamitis después de la infección experimental., la concentración de anticuerpos contra el SAAC en el día de la exposición presentó una correlación negativa con la puntuación de la mamitis en los cuarterones infectados con S. aureus 2 días después de la infección experimental.

Figura 2. Respuesta total de IgG específicas contra el SAAC en la sangre.

Group 1	Grupo 1
Group 2	Grupo 2
Group 3	Grupo 3
Mean RI [entendemos que se ha omitido por error el resto de la expresión: “PC (%)”]	IPR medio (%) [IPR: índice porcentual relativo]
Mean RIPC (%)	IPR medio (%) [IPR: índice porcentual relativo]
Tiempo después de la vacunación (días)	Tiempo después de la vacunación (días)

Figura 3. Niveles de IgG específicas contra S. aureus (A), IgG totales (B), IgG1 (C) e IgG2 (D) específicas contra SAAC en la leche.

Mean RIPC (%)	IPR medio (%)
OD	Densidad óptica
Time post-challenge (days)	Tiempo después de la exposición (días)

Figura 4. Recuentos de células bacterianas en la leche después de la infección intramamaria con S. aureus C195.

Log CFU/ml	Log UFC/ml
Time post-challenge (days)	Tiempo después de la exposición (días)

CONCLUSIONES

Estos resultados indican que la inmunización con una vacuna de S. aureus con alto contenido de SAAC fue capaz de reducir la multiplicación de S. aureus en el cuarterón tras la infección experimental, y sugiere que la respuesta de los anticuerpos específicos contra el SAAC podría estar involucrada en la protección contra la infección intramamaria por S. aureus. De este modo, se proponen las vacunas de aislados altamente productores de biofilm como un diseño rentable y efectivo de vacuna contra la mamitis bovina, en línea con lo demostrado anteriormente por Pérez y cols. (2009) en un estudio de eficacia con ganado ovino. Esta información puede ser relevante para el desarrollo de vacunas estafilocóccicas comerciales más eficaces basadas en vacunas rodeadas por su propia matriz de biofilm con presencia del SAAC.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Eva Jiménez su excelente ayuda en los análisis bacteriológicos y serológicos y a Xavier Madeo y Oriol Creixans por su esencial asistencia técnica durante la fase de experimentación animal.

BIBLIOGRAFÍA

Pérez, M.M., Prenafeta, A., Valle, J., Penadés, J., Rota, C., Solano, C., Marco, J., Grilló, M.J., Lasa, I., Irache, J.M., MairaLitran, T., Jiménez-Barbero, J., Costa, L., Pier, G.B., de Andrés, D., Amorena, B. 2009. Vaccine. 27, 2379-2386.

Prenafeta, A., March, R., Foix, A., Casals, I., Costa, LI. 2010. Vererinary Immunology and Immunopathology. 134:208-217.

EFICACIA DE UNA VACUNA DE ESCHERICHIA COLI J5 CONTRA LA MAMITIS EN UN ENSAYO DE INFECCIÓN EXPERIMENTAL

FOIX, A.; PRENAFETA, A; TORRENTS, D. Y MARCH, R.
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, HIPRA, AMER (GIRONA), ESPAÑA.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue demostrar la eficacia de una nueva vacuna contra la mamitis frente a una infección experimental de E. coli en novillas preñadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron veinticuatro novillas preñadas clínicamente sanas. Todas las vacas estaban libres de infección detectable en la ubre y presentaban unos RCS inferiores a 3 × 10 5 células/ml. El producto (Startvac®) es una vacuna inactivada contra la mamitis bovina causada por S. aureus, coliformes y estafilococos coagulasa negativos, disponible en el mercado. Se inmunizó un grupo de 10 novillas por vía intramuscular profunda en los músculos del cuello a los 45 días antes de la fecha prevista del parto, y se administró otra dosis 35 días después. Otro grupo de 14 novillas recibió un placebo siguiendo el mismo programa de administración. Para el desafio se utilizó la cepa E. coli P4, serotipo 032. Se midió diariamente la producción de leche durante todo el período de lactancia del ensayo. Se realizó un estrecho seguimiento de la temperatura corporal de las vacas y de los signos clínicos locales de mamitis en las muestras de leche de cada cuarterón antes de proceder al desafio y hasta 14 días después del mismo. Se efectuó el recuento bacteriano de la leche (UFC/ml). Se determinó el RCS mediante el método Fossomatic. Se analizaron las muestras de sangre y leche mediante un ELISA indirecto no comercial para detección de anticuerpos IgG específicos frente a E. coli J5. Para la evaluación estadística se aplicó el modelo factorial mixto para medidas repetidas y análisis de regresión.

RESULTADOS

No se observaron signos clínicos generales atribuibles a la vacunación o revacunación en ninguno de los animales durante el estudio. Tan sólo se observó, en algunos animales vacunados, un pequeño nódulo, de menos de 2 cm, en el punto de inoculación. La ausencia de signos clínicos, la escasa reacción local posvacunal y la ausencia de efectos sobre la progenie y la capacidad reproductiva de los animales son indicadores fiables de la seguridad de la vacuna. La disminución de la producción de leche, posterior a la infección, fue significativamente menor en el grupo vacunado. Se observó mayor severidad de las mastitis en el grupo control, valorada por la apariencia de la leche y la temperatura rectal. Esto puede ser debido a que la vacunación puede reducir los signos clínicos de las mamitis por E. coli. El recuento bacteriano alcanzó niveles máximos 8 horas después de la infección y empezó a decrecer a partir de este momento, siendo el recuento bacteriano del grupo vacunado inferior al del grupo control. El recuento de células somáticas (RCS) alcanzó niveles máximos 24 horas después de la infección y se mantuvo elevado (>106 cél/ml) hasta 4 días después de la infección. A partir de este momento el RCS empezó a decrecer. A los 14 días después de la infección el RCS alcanzó niveles cercanos a los de referencia (2x105 cells/ml) iniciales en el grupo vacunado (2,3x105 cel/ml). Sin embargo, en el grupo placebo el RCS se mantuvo alto (4x105 cel/ml) hasta el final de la prueba. Estos resultados demuestran que la inmunización reduce la severidad clínica de una infección experimental con E. coli. La vacunación con Startvac® incrementó los niveles de anticuerpos anti E. coli (IgG, IgG1 e IgG2), en suero y en leche con respecto al grupo placebo. Esta respuesta inmunitaria al LPS del antígeno core se ha asociado con una reducción en la severidad y en la incidencia de mastitis clínicas por coliformes, promoviendo la opsonización y fagocitosis de bacterias Gram negativas (Tomita et al. 2000).

CONCLUSIONES

La vacuna reduce la gravedad de la mamitis experimental causada por E. coli y atenúa la caída de la producción de leche, además de conseguir un efecto positivo sobre los signos clínicos locales y generales de mamitis, la eliminación de las bacterias de los cuarterones infectados y el RCS. La vacuna aumenta la respuesta de los anticuerpos específicos contra E. coli en sangre y leche.

REFERENCIAS

Gonzalez, R.N., Cullor, J.S., Jasper, D.E., Farver, T.B., Bushnell, R.B. and Oliver, M.N., 1989. Can. J. Vet. Res., 53: 301-305.

Hogan, J.S., Weiss, W.P, Todhunter, D.A., Smith, K.L. and Schoenberger, P.S. 1992. J. Dairy Sci., 75: 415-422.

Tomita, G.M., Ray, C.H., Nickerson, S.C., Owens, W.E. and Gallo, G.F. 2000. J. Dairy Sci., 83: 2276-2281.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE UNA NUEVA VACUNA CONTRA LA MAMITIS BOVINA: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

RICARD MARCH[A], ANTONI PRENAFETA[A], MARTA NOGUERA[A], ROGER GUIX[B], ANTONI FOIX[A]
[A]DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
[B]DEPARTAMENTO DE MARKETING, HIPRA AMER (GIRONA), ESPAÑA.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de una nueva vacuna contra la mamitis bovina en una prueba de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de campo se llevó a cabo siguiendo las norma de Buenas Prácticas Clínicas (BPC-VICH) y fue multicéntrico, aleatorizado, doble ciego, controlado (con un grupo control negativo paralelo) y estratificado (primíparas y multíparas). La vacuna utilizada fue STARTVAC®, que contiene *Escherichia coli* J5 inactivado y *Staphylococcus aureus* cepa SP140 inactivado, expresando Complejo Antigénico Asociado a Exopolisacárido (*Slime Associated Antigenic Complex*, SAAC). Se incluyeron un total de 386 vacas gestantes sanas (198 vacunadas y 188 inoculadas con un placebo) que se vacunaron de acuerdo con el plan vacunal: la 1a inyección se aplicó 45 días antes de la fecha prevista del parto, la 2ª inyección se administró 35 días después y la 3ª inyección 62 días después de la 2ª inyección, por vía intramuscular. Se registraron la incidencia de mamitis clínica (evaluación de síntomas generales y locales), mamitis subclínica, se tomaron muestras de leche por cuarteron cada semana, con análisis microbiológico y RCS (recuento de células somáticas), producción diaria de leche y tratamientos frente a la mamitis durante todo el periodo de observación (hasta los 130 días posparto). Para la evaluación estadística se utilizó un análisis mediante regresión logística y la prueba de Chi cuadrado.

RESULTADOS

El análisis de todos los datos de infecciones intramamarias (IMI) causadas por *S. aureus,* coliformes y estafilococos coagulasa negativos (ECN), mostró que 27 vacas en el grupo placebo y 7 en el grupo vacunado mostraron mamitis clínica, y que 79 vacas del grupo placebo y 32 del grupo vacunado mostraron mamitis subclínica (ver Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje (%) de nuevos casos [número de casos] de infección intramamaria (IMI) (clínica y subclínica) hasta el día 130 post-parto:

	Tratamiento		
	Grupo STARTVAC®	Grupo placebo	Significación (valor de *P*)
Mamitis clínica			
Nº total de vacas	4,14 [7]	15,52 [27]	Sí (*P*<0,001)
Mastitis subclínica			
Nº total de vacas	18,93 [32]	45,40 [79]	Sí (*P*<0,001)

Cuando analizamos la severidad de los casos de mamitis clínica comparando los grupos vacunado y placebo, observamos diferencias significativas en el aspecto de la leche, el aspecto del cuarterón, el RCS, el número de tratamientos y el número de vacas tratadas (véase la Tabla 2).

Tabla 2. Reducción de la severidad de los síntomas:

Variable	Grupo STARTVAC®	Grupo placebo	Significación (valor de *P*)
RCS medio × 10^3 células/ml (media de mínimos cuadrados* ± error estándar)	328,2 ± 21,7	548,6 ± 40,3	Sí (*P*<0,05)
Aspecto de la leche (puntuación ≥ 1)	11,42%	19,79%	Sí (*P*<0,05)
Aspecto del cuarterón (puntuación ≥ 1)	14,44%	24,03%	Sí (*P*<0,05)
Tratamientos frente a mamitis	34 tratamientos	93 tratamientos	Sí (*P*<0,05)
	22 vacas	40 vacas	
Muertes debidas a la mamitis	0	3	No (*P*>0,05)

* RCS corregida en función del efecto del tratamiento, la categoría, la granja y los días posparto

Teniendo en cuenta el número total de vacas (multíparas + primíparas) y todos los agentes patógenos en conjunto, las vacas vacunadas con STARTVAC® mostraron una tasa de curación del 51,43%, mientras que en las vacas a las que se administró placebo esta tasa fue del 32,18% (véase la Figura 1).

Figura 1. Porcentaje de vacas curadas espontáneamente en los casos de mamitis total después de la mamitis clínica y subclínica:

Mamitis clínica
Mamitis subclínica
Total
PLACEBO
STARTVAC®

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la vacuna resulta eficaz en la reducción de la incidencia de infecciones intramamarias por *S. aureus,* coliformes o estafilococos coagulasa negativos, con manifestaciones clínicas o subclínicas en vacas (multíparas) y novillas (primíparas), en el período de máxima incidencia, es decir, después del parto. La inmunización también reduce significativamente la gravedad de los síntomas y aumenta significativamente la tasa de curación espontánea de las vacas infectadas.

COMUNICACIONES ORALES | REPRODUCCIÓN

DINÁMICA DE FRAGMENTACIÓN DEL ADN ESPERMÁTICO EN SEMEN DE TORO DE LIDIA

POSADO FERRERAS, R[1].; HERNÁNDEZ PÉREZ, M.[1]; GARCÍA GARCÍA, J.[1]; BARTOLOMÉ RODRÍGUEZ, D.[1]; LÓPEZ-FERNÁNDEZ C[2]., GOSÁLVEZ BERENGUER, J.[2]

** E-MAIL DE CONTACTO: ITA-POSFERRA@ITACYL.ES*

[1] LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN VACUNO, INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO. PASEO CANALEJAS, 77, 2ºA. 37001 SALAMANCA.

[2] FACULTAD DE CIENCIAS, DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA. UAM. CARRETERA COLMENAR VIEJO 15,500. 28049 MADRID

RESUMEN

La inestabilidad de la cromatina, contribuye tanto al éxito de la fertilización como al desarrollo normal del embrión (Kalifa et al., 2008). Para evaluar este parámetros se ha analizado el índice de fragmentación del ADN del núcleo de los espermatozoides de toro de lidia utilizando el kit Sperm-Halomax® a lo largo del tiempo. El objetivo de este estudio, es determinar este parámetro y su comportamiento en el tiempo, para así valorar el daño del ADN de forma dinámica ya que este hecho podría ser de importancia crucial en la aplicación de las técnicas de reproducción asistida. Se han analizado los cambios dinámicos de la fragmentación del ADN del esperma en sementales de la raza de lidia tras exponer a las células a un protocolo de preservación estándar. Ello ha permitido conocer la susceptibilidad individual en términos de fragmentación de ADN durante todo el proceso, lo que sirve como modelo para evaluar, junto con el resto de parámetros, al mejor semental para su uso en inseminación artificial.

INTRODUCCIÓN

En general, todos los mamíferos sufren una pérdida de calidad seminal cuando el semen se congelada para ser utilizado posteriormente en técnicas de reproducción asistida. En el caso concreto del semen de bovino, éste es uno de los menos sensibles al daño por congelación, pero aún utilizando las mejores técnicas de preservación, la recuperación de células en estado óptimo es aproximadamente del 50%.(Vishwanath y Shannon, 2000).

La inestabilidad de la estructura de la cromatina en el espermatozoide es un tema de análisis recurrente debido a que nos ofrece información directa de "la calidad" de la molécula de ADN que transmitirá la información a la siguiente generación. Cualquier defecto en esta molécula bien sea en forma de rotura que afecta a una o a ambas cadenas, puede tener como consecuencia una reparación que no respete la secuencia de ADN esperable para esa región del genoma y desencadenar efectos no deseables en el embrión.

El daño en el ADN no puede ser considerado un concepto estático, en condiciones naturales reproductivas, conocer la dinámica de esta molécula supone saber si el esperma se ha fragmentado en un alto porcentaje antes de alcanzar el oocito en un periodo de tiempo. Dicha información, podría tener gran importancia en el momento de la fertilización.

Se plantea este estudio para conocer el comportamiento de este parámetro en el tiempo para que así sea utilizado como un instrumento adicional en la evaluación de calidad del esperma antes de realizar inseminación artificial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se descongelaron y analizaron muestras criopreservadas de 7 sementales diferentes procedentes de distintas ganaderías de lidia de España. Las pajuelas fueron descongeladas a 37ºC en el baño maría durante 45 s para calcular el porcentaje de daño del ADN espermático, a través de la determinación del índice de fragmentación (IF). Se obtuvo una alícuota de esperma, que fue procesada en el instante (tiempo cero = T0), definido como el momento inmediatamente después del proceso de descongelación de la pajuela. Posteriormente otra parte de la alícuota del esperma fue incubada a una Tª de 38,5 ºC simulando las condiciones fisiológicas del tracto reproductor de una hembra.

Se realizó el análisis de fragmentación del ADN de cada muestra utilizando el kit Sperm-Halomax® (ChromaCell SL, Madrid, Spain) específico para especies de ganado bovino. Para la realización del análisis, se ha seguido el protocolo recomendado

Tras el procesado de las muestras en el laboratorio, se observó el daño del ADN del núcleo de los espermatozoides utilizando microscopía de fluorescencia utilizando el fluorocromo proporcionado por el kit Halomax®. Este método permite la observación de las roturas que existen en la molécula del ADN espermático. Los espermatozoides normales presentan un halo pequeño y compacto alrededor del núcleo, mientras que aquellos que están fragmentados, presentan grandes halos de dispersión. Se realizó un conteo de 500 espermatozoides por muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al inicio de cada experimento se analizó el IF (%) de las muestras seminales a T0, para poder comparar posteriormente este dato con los resultados de los tiempos posteriores tras la incubación a 38,5 ºC.

El nivel de índice de fragmentación basal observado inmediatamente después del descongelado del semen de todos los individuos para T0 estuvo entre el 1,67 – 10,33%.

Se comienza el estudio con la incubación de las muestras a la temperatura descrita a los 30 min de incubación, y tras 1 h, 1h 30min, 2h, 4h (T30min, T1h, T1, 30min, T2h, T4h) Basándonos en la dinámica de fragmentación descrita para la especie ovina (López-Fernández, et al., 2008).

La fragmentación del ADN del esperma comienza a aumentar levemente en el Toro identificado con el nº 1, al observarse un aumento entre el valor obtenido para T0 -4,33% y el resultado a las T4h con un 20,66% (Tabla 1).

En el caso del Toro nº2, la muestra no presenta diferencias con respecto al nivel basal. T0 (3,67%) frente a T4h (3,33%) y se continúa el estudio con el análisis de la muestra, a las T6h, T24h y T48h de incubación. Se observó que no hubo apenas diferencia en el IF obtenido a las T48h con respecto a T0 al existir solamente una diferencia del 3%.

Tabla 1. *Dinámica del índice de fragmentación (IF) de muestras de semen congelado de 8 toros incubados a Tª 38,5ºC durante distintos intervalos de tiempo (h: horas, d: días).*

%IF	T0	30min	1h	1,30h	2h	4h	6h	24h	48h	72h	4d	6d	8d	9d	10d	11d	12d
T1	4,33	4	7,67	16	16,3	20,66											
T2	3,67	5	4	5,33	3,67	3,33	2,67	4,67	6,67								
T3	8,67							9,67	11,67	10,67							
T4	1,67									86,33							
T5	10,33					10,33		14	11,33	12	11,7	13,3					
T6	10,33					13,33	12,7	13	11	13,67	11	11,7	11,7	11,67	11,7	9,67	11,67
T7	13,33					81		98									

Basándonos en los resultados anteriores, analizamos el semen descongelado del toro identificado con el nº 3. Se realizó el proceso hasta las 72h y también se obtuvo un resultado similar al caso anterior, al no presentar apenas modificación en el IF entre T0 (8,67%), con respecto a T72h (10,67%). Este hecho supuso la ampliación de los tiempos de incubación de las muestras al no apreciar un aumento del IF en las muestras seminales de los toros analizados. Considerando, el resultado del toro nº 3, únicamente se analizaron los tiempos T0 y T72h para el toro número 4 y sin embargo, el comportamiento del parámetro cambió drásticamente al obtener un resultado del 86,33% a las T72h, lo que demuestra que antes o durante ese periodo de tiempo, prácticamente se había fragmentado el núcleo del total de los espermatozoides de la muestra.

Con el siguiente individuo, el toro identificado con el número 5 se realiza el análisis laboratorial para todos los tiempos determinados hasta el momento y se amplía a T0, T4h, T24h, T48h, T72h, T4d y T6d. Se encontró un IF a los T6d del 13,33% cuando a T0 el resultado fue del 10,33%, de nuevo no hubo diferencias en el IF. Se decidió aumentar el intervalo de tiempo, al no observar aumentos notables en el IF de las muestras, hasta los 12 días de incubación.

Los resultados del Toro nº 6, indicaron que sus espermatozoides estaban intactos y estables con respecto a este parámetro desde T0 hasta T12 días.

Sin embargo, el individuo número 7 presenta el aumento más notable del daño de ADN de esperma de todos los toros del experimento, en concreto el IF superó el 80 % a las T4h, y tras 24 h este valor aumentó hasta prácticamente el 100 %.

El mantenimiento en el tiempo durante 12 días a una temperatura de 38,5 ºC de las muestras, provoca la degradación de la misma y en otros casos la muestra no es suficiente para continuar el experimento hasta los 12 días.

Finalmente se selecciona T0, T4h, T24h, T48h, T4días, T5 días, T6 días, T7días, T8días, T9días y T10días para analizar las dinámicas de fragmentación de la raza bovina de lidia. Al considerar que la mayoría de los individuos alcanzarán el 100% de su nivel de fragmentación de ADN antes de llegar a ese margen de tiempo.

CONCLUSIONES

La dinámica del IF en animales diferentes, analizados en las mismas condiciones experimentales, fue muy variable de una muestra a otra en los puntos de tiempo correspondientes. Los resultados de este estudio indican que la fragmentación del ADN de los espermatozoides de muestras criopreservadas incubadas a distintos tiempos puede dar lugar a un aumento significativo de este parámetro y que los espermatozoides experimentan episodios diferentes, con respecto a la fragmentación del ADN.

Es posible que este fenómeno contribuya a una disminución significativa en la calidad de esperma de semental y por tanto, podría afectar en el momento de la fertilización. Por tanto, sería interesante determinar la dinámica de fragmentación del ADN de muestras criopreservadas de vacuno de lidia, porque puede facilitarnos información que esclarezca problemas de infertilidad o problemas en el desarrollo embrionario después de utilizar la inseminación artificial.

REFERENCIAS.

Vishwanath R, Shannon P. Storage of bovine semen in liquid and frozen state. Anim reprod. Sci. 2000; 62:23-53.

Gosálvez J, Fernández JL, Goyanes V, López-Fernández C. Análisis de la fragmentación del ADN en espermatozoides mediante el test de dispersión de la cromatina (SCD). Biotechnology 2006; 1:38–51.

López-Fernández C, Fernández JL, Gosálvez A., Arroyo F.,Vázquez J.M., Holt WV., Gosálvez J. Dynamics of sperm DNA fragmentation in domestic animals III. Ram. Theriogenology 2008; 70(6):898-908.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO IN VITRO BOVINO

ROMERO J[1], DE ONDIZ A[1], ALMELA L[2], POTO A[2], RUIZ S[1].
[1] *DPTO FISIOLOGÍA. FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDAD DE MURCIA.*
[2] *INSTITUTO MURCIANO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRARIO Y ALIMENTARIO (IMIDA) MURCIA.*

RESUMEN
La aspiración folicular transvaginal guiada por ultrasonografía (OPU, *Ovum Pick-up*) asociada a un sistema de producción *in vitro* de embriones es una nueva herramienta para aumentar el número de terneros obtenidos de vacas con un alto valor zootécnico. El objetivo fue optimizar el sistema de cultivo embrionario (CE) *in vitro* bovino de nuestro laboratorio, para su posterior aplicación con la técnica de OPU. Se realizaron ensayos preliminares de maduración (MIV), fecundación (FIV) y CE *in vitro* a partir de ovarios procedentes de matadero.

Se compararon los siguientes sistemas de FIV: A) Microgotas cubiertas por aceite mineral con 10 ovocitos en 100 µl de medio. B) Placas de cuatro pocillos con 50 ovocitos en 500 µl de medio. Se clasificaron los Complejos Ovocito-Cúmulo (COCs) obtenidos en cinco categorías según homogeneidad, morfología del citoplasma y compactibilidad de las células del cúmulo (1). Los COCs de las categorías I y II se consideraron aptos para FIV, el resto no se utilizaron, considerándose ovocitos no viables.

Se realizaron 3 sesiones de MIV-FIV. Transcurridas 18 horas posfecundación se evaluaron los porcentajes de penetración (PEN), monospermia (MON), formación de pronúcleo masculino (FPNM) y singamia (SING). Se encontraron diferencias significativas en todos los parámetros evaluados en los diferentes sistemas de cultivo ($P< 0.05$): PEN: 98 ± 1'7a *vs* 92 ± 1'8b; MON: 97 ± 2'3a *vs* 79 ± 2'8b; FPNM: 88 ± 4'2a *vs* 75 ± 3b; SING: 37 ± 6'3a *vs* 18 ± 2'6b, para microgotas y pocillos, respectivamente. Con relación al tipo de ovocito, se encontraron diferencias significativas en PEN: 95 ± 1'9a *vs* 92 ± 2'2b para las categorías I y II, respectivamente.

Podemos concluir que tanto los ovocitos Tipo I como los de Tipo II son válidos para los sistemas de MIV-FIV bovina y que el sistema de microgotas resulto tener una mejor eficiencia en nuestras condiciones y por lo tanto será el que establezcamos con los ovocitos bovinos que obtengamos por OPU (*Proyecto Vitrogen*).

INTRODUCCIÓN
Las técnicas de PIV de embriones bovinos han adquirido gran importancia en los últimos años debido a la elevada demanda y alto precio de novillas de reposición en los rebaños lecheros. La utilización de ovarios procedentes de matadero como fuente de ovocitos para PIV está bien establecida, sin embargo la aspiración folicular guiada por ecografía (OPU) nos permite trabajar con ovocitos de vacas vivas utilizando material genético de origen conocido, suponiendo una alternativa a la producción de embriones tradicional. Con la OPU podemos aumentar el número de terneros obtenidos de vacas con un alto valor zootécnico (2), pudiendo ser utilizada en numerosos estados fisiológicos (novillas 6-8 meses, gestación temprana, animales viejos con desórdenes reproductivos, etc.) (3, 4). En OPU se obtienen unos 5'1 ovocitos por sesión/animal en vacas secas no estimuladas (5), pudiendo obtener hasta 10'6 en animales bajo tratamiento con FSH (6). Mientras que se obtiene una media de 32 ovocitos a partir de ovarios procedentes de matadero (datos no publicados).

El objetivo del trabajo fue optimizar el sistema de PIV de embriones bovinos de nuestro laboratorio; comenzamos realizando sesiones de MIV/FIV con ovarios procedentes de matadero seguidas de CE. Posteriormente, se realizará el CE con ovocitos-cigotos obtenidos vía OPU, para finalmente aplicar la técnica a la recuperación de la raza bovina Murciano-Levantina, considerada en situación crítica según la Sociedad Española de Recursos Genéticos Animales (SERGA) en base a los criterios de la FAO.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ovarios, procedentes de terneras sacrificadas en matadero se lavaron en solución salina, se seleccionaron los folículos de entre 2 y 6 mm de diámetro y se aspiraron mediante una jeringa con aguja de calibre 18G. A continuación el contenido folicular se colocó en placas de Petri que previamente contenía medio de recogida para localizar los ovocitos, utilizando un estereomicroscopio (Nikon SMZ-10 A). El medio de recogida utilizado fue el TCM-199 modificado con sales de Hanks, L-Glutamina y rojo fenol, al que se le añadió bicarbonato sódico y Hepes, suplementado con suero fetal bovino (SFB), glutamina y antibióticos (7). Una vez localizados se realizaron dos lavados y se seleccionaron aquellos ovocitos que estaban rodeados por varias capas compactas de células del *cumulus oophorus* y que mostraban un citoplasma homogéneo. Se clasificaron los COCs obtenidos en cinco categorías según homogeneidad, morfología del citoplasma y compactibilidad de las células del cúmulo (1). Los COCs de las categorías I y II se consideraron aptos para FIV, el resto no se utilizaron, considerándose ovocitos no viables.

Los ovocitos fueron lavados dos veces en medio de MIV, TCM-199 modificado con sales de Earle, L-Glutamina y rojo fenol, al que se añadió bicarbonato, L-glutamina, piruvato de sodio, SFB, gentamicina, hCG y eCG (7). Pasadas 22-24h de maduración se lavaron dos veces en medio de FIV, utilizado FIV-TALP con BSA, piruvato de sodio, heparina y antibiótico (10). Los medios se equilibraron durante un mínimo de 3 horas en incubador con atmósfera saturada de humedad, 38'5ºC y 5% CO2.

Se realizaron 3 replicados de MIV-FIV a partir de ovarios procedentes de matadero. Se compararon los siguientes sistemas de FIV: A) Microgotas cubiertas por aceite mineral con 10 ovocitos/100 µl medio. B) Placas de cuatro pocillos con 50 ovocitos/500 µl medio.

Para la fecundación, 30 minutos antes, se añadieron 50 µl/ml de la mezcla epinefrina-hipotaurina-penicilamina (PHE) al medio FIV-TALP. El medio utilizado para la manipulación y capacitación de los espermatozoides bovinos fue SPERM-TALP (7), al que se le añadió BSA, piruvato de sodio, heparina y antibióticos.

Treinta minutos antes de la FIV se procedió a la descongelación de la pajuela de semen (0'25ml) en baño a 38'5ºC durante 45 segundos y se depositó el semen en 5 ml de medio SPERM-TALP en un tubo Falcon (previamente atemperado) y se agitó suavemente. Esta suspensión se dejó 10 minutos a 37ºC en el baño. Seguidamente se centrifugó a 2300 rpm (900g) durante 3 minutos y tras retirar el medio, el *pellet* obtenido se homogeneizó en 350 µl de FIV-TALP, previamente equilibrado. Se utilizó una alícuota de esta suspensión para comprobar la motilidad y determinar la concentración espermática mediante recuento en cámara de Thoma. El resto de la suspensión se mantuvo en la cámara de cultivo mientras se calculó el volumen a utilizar de la suspensión espermática para alcanzar una concentración de 10^6 espermatozoides/ml que se utilizó para la FIV bovina. El cocultivo se mantuvo durante 22-24 horas. Transcurrido este tiempo se lavaron para eliminar las células del cúmulo y los restos de espermatozoides adheridos mediante pases a través de micropipeta.

Para evaluar los resultados de FIV los ovocitos se fijaron en glutaraldehído, se tiñeron con Hoechst 33342 (1 mg/ml) y fueron evaluados bajo microscopio de fluorescencia (*Leica DMR)* con filtro de luz ultravioleta a 200-400 X. Se evaluaron los porcentajes de PEN, MON, FPNM y SING. Estos parámetros tienen un alto valor predictivo de la fertilidad del semen bovino en sistemas de MIV/FIV así como una elevada correlación en la producción de blastocistos (11).

RESULTADOS y DISCUSION

Tabla 1.

TIPO CULTIVO	PEN		MON		FPNM		SING	
	N	$\bar{X}$ ± SEM	N	$\bar{X}$ ± SEM	N	$\bar{X}$ ± SEM	N	$\bar{X}$ ± SEM
Microgota	59/60	**98 ± 1'7 a**	58/59	**98 ± 1'7 a**	53/58	**91 ± 3'7**	22/53	**42 ± 6'8 a**
Pocillo	200/217	**92 ± 1'8 b**	172/200	**86 ± 2'5b**	162/172	**94 ± 1'8**	38/162	**23 ± 3'3 b**

a,b: En la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05).

Tabla 2.

TIPO OVOCITO	PEN		MON		FPNM		SING	
	N	$\bar{X}$ ± SEM	N	$\bar{X}$ ± SEM	N	$\bar{X}$ ± SEM	N	$\bar{X}$ ± SEM
Tipo I	118/124	**95 ± 1'9 a**	105/118	**89 ± 2'9**	97/105	**92 ± 2'6**	22/97	**22 ± 4'2**
Tipo II	141/153	**92 ± 2'2 b**	125/141	**89 ± 2'7**	118/125	**94 ± 2'1**	39/118	**33 ± 4'3**

a,b: En la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05).

Se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de PEN, MON y SING evaluados para los diferentes sistemas de cultivo (Tabla 1, $\bar{X}$ ±SEM): PEN: 98±1'7 *vs* 92±1'8; MON: 97±2'3 *vs* 79±2'8 y SING: 37±6'3 *vs* 18±2'6, para microgotas y pocillos respectivamente. Con relación al tipo de ovocito (Tabla 2), se encontraron diferencias significativas en PEN: 95 ± 1'9 *vs* 92 ± 2'2 para las categorías I y II, respectivamente.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que tanto los ovocitos Tipo I como los de Tipo II son válidos para los sistemas de MIV-FIV bovina y que el sistema de microgotas resultó tener una mejor eficiencia en nuestras condiciones y por lo tanto será el que establezcamos con los ovocitos bovinos que obtengamos por OPU.

Los rendimientos obtenidos para MIV y FIV con ovocitos de matadero y con ovocitos procedentes de OPU (datos no publicados), son esperanzadores y nos han permitido poner a punto los protocolos para iniciar los estudios de cultivo y desarrollo embrionario.

REFERENCIAS

1. Oropeza A, Wrenzycki C, Herrmann D, Hadeler K, Niemann H. Improvement of the developmental capacity of oocytes from prepubertal cattle by intraovarian insulin-like growth factor-I application. Biol Reprod. 2004 Jun;70(6):1634-43.

2. van Wagtendonk-de Leeuw A. Ovum pick up and in vitro production in the bovine after use in several generations: a 2005 status. Theriogenology. 2006 Mar;65(5):914-25.

3. Galli C, Lazzari G. The manipulation of gametes and embryos in farm animals. Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene. 2008;43 Suppl 2(Journal Article):1-7.

4. Taneja M, Bols P, Van de Velde A, Ju J, Schreiber D, Tripp M, et al. Developmental competence of juvenile calf oocytes in vitro and in vivo: influence of donor animal variation and repeated gonadotropin stimulation. Biol Reprod. 2000 Jan;62(1):206-13.

5. Ruiz S, De Ondiz A, Zaraza J, Rath D. Rendimiento de la OPU en vacas secas no estimuladas para el uso de ovocitos en la produccion in vitro de embriones.; XIII Jornadas Produccion Animal: Joy M, et al. eds.; 2009. p. 681-3.

6. Chaubal S, Molina J, Ohlrichs C, Ferre L, Faber D, Bols P, et al. Comparison of different transvaginal ovum pick-up protocols to optimise oocyte retrieval and embryo production over a 10-week period in cows. Theriogenology. 2006 May;65(8):1631-48.

7. Edwards J, Hansen P. Elevated temperature increases heat shock protein 70 synthesis in bovine two-cell embryos and compromises function of maturing oocytes. Biol Reprod. 1996 Aug;55(2):341-6.

8. Lonergan P, Fair T. In vitro-produced bovine embryos: dealing with the warts. Theriogenology. 2008;69(1):17-22.

9. Merton JS, de Roos AP, Mullaart E, de Ruigh L, Kaal L, Vos PL, et al. Factors affecting oocyte quality and quantity in commercial application of embryo technologies in the cattle breeding industry. Theriogenology. 2003;59(2):651-74.

10. Parrish J, Krogenaes A, Susko-Parrish J. Effect of bovine sperm separation by either swim-up or Percoll method on success of in vitro fertilization and early embryonic development. Theriogenology. 1995 Oct;44(6):859-69.

11. Machatkova M, Horakova J, Hulinska P, Reckova Z, Hanzalova K. Early oocyte penetration can predict the efficiency of bovine embryo production in vitro. Zygote (Cambridge, England). 2008;16(3):203-9.

EVALUACION CLÍNICA DE LA INVOLUCIÓN UTERINA: ASPECTOS HEMATOLÓGICOS Y ECOGRÁFICOS.

LÓPEZ-HELGUERA I, GARCÍA-ISPIERTO I, LÓPEZ-GATIUS F.
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, UNIVERSIDAD DE LLEIDA (UDL).

RESUMEN
El objetivo de este trabajo fue la caracterización de la involución uterina por medio de la hematología y ecografía durante el periodo postparto en vacas lecheras de alta producción. El estudio incluyó el examen ginecológico de 41 vacas Frisonas durante 3 visitas los días 15-21, 22-28 y 29-35 post-parto. En todas las visitas se determinó el recuento leucocitario a la vez que se registró por ecografía el tamaño cervical y endometrial, contenido uterino y estructuras ováricas. Tras el análisis estadístico por medio de supervivencia Kapplan Meier y regresión de Cox, los resultados sugirieron una fuerte relación negativa entre el líquido intrauterino, tamaño cervical y grosor endometrial con el retorno a la ciclicidad. Por tanto, consideramos la ecografía transrectal como método de elección en la exploración de las vacas durante el post-parto.

INTRODUCCIÓN
La vaca lechera de alta producción es subfertil en los sistemas intensivos actuales, pero no se puede atribuir esta baja fertilidad sólo al incremento de producción (1,2). La lenta recuperación durante el periodo postparto es el factor limitante más importante para el inicio del programa de manejo reproductivo (3). Durante este corto espacio de tiempo la vaca tiene que lograr una correcta involución uterina y el retorno a la ciclicidad ovárica (4).

El papel del veterinario consiste en evaluar el estado sanitario del útero durante las primeras semanas postparto para poder tomar las decisiones oportunas. Existe gran controversia a nivel mundial sobre la definición de qué es una involución uterina normal. Tradicionalmente se diagnostica mediante exploración rectal, método que hace que el diagnóstico tenga un alto componente de subjetividad. (5,6,7).

Con el fin de buscar un método diagnóstico objetivo, el propósito de este estudio fue caracterizar la involución uterina y retorno a la ciclicidad ovárica postparto mediante ecografía transrectal y hematología.

MATERIAL Y MÉTODOS
La población de estudio estuvo constituida por 41 vacas Frisonas de alta producción de una explotación del nordeste de España. Dentro de la rutina de una visita semanal a la explotación, se realizó un examen ginecológico los días 15-21(V1), 22-28(V2), 29-35(V3) y 50-57(V4) post-parto. Quedaron excluidas del análisis las vacas con síntomas clínicos aparentes tales como, mamitis, cojeras, desordenes digestivos y metritis. También aquellas que recibieron tratamientos de prostaglandina F2α (PGF2α) durante el estudio. Los criterios para el tratamiento con PGF2α, fueron tamaño y/o contenido uterino superior al habitual del periodo del examen. Mediante ecografía transrectal se registraron las estructuras ováricas, considerando la presencia de un cuerpo lúteo como retorno a la ciclicidad. Se midieron el diámetro cervical craneal y el grosor del endometrio uterino y se registró la presencia de fluido intrauterino (FIU). Se tomaron muestras sanguíneas de cada vaca durante las 3 primeras semanas utilizando tubos con EDTA. Estas extracciones se procesaron con el sistema Hemavet® que determinó el recuento leucocitario total. Se registraron además para cada animal número de lactación y la producción láctea media de los 3 días anteriores a la visita 1.

La evolución de los leucocitos totales durante las 3 primeras semanas del estudio se analizó con un test GLM de medidas repetidas. El retorno a la ciclicidad se evaluó utilizando funciones de supervivencia Kaplan-Meier, tomando como unidad de tiempo la semana postparto y siendo el número de lactación (primíparas y multíparas), y las medidas de la V1 diámetro cervical (<4cm y ≥4cm), grosor endometrial (<0.75cm y ≥0.75cm) y el FIU (2 categorías: (0) no contenido, (1) contenido intrauterino) los factores. Los resultados de este último análisis se confirmaron mediante una regresión de Cox.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la media de los valores hematológicos y las medidas ecográficas del útero y cérvix de los animales en estudio. Se compararon los valores hematológicos obtenidos durante las 3 visitas por medio de un test GLM de medidas repetidas. Se observó que el factor multípara/primípara tenía un efecto significativo sobre los niveles leucocitarios (P=0.02), asociándose las vacas primíparas a un mayor recuento leucocitario total. Estos resultados coinciden con estudios anteriores (8).

Se observó una disminución del tamaño cervical y endometrial a lo largo de las visitas. Algunos estudios describen tamaños superiores de cérvix los días 20-33, que se corresponden con la visita 2 y 3 (6,7), mientras que otros señalan valores similares (9). Durante las 3 visitas se diferenciaron dos tipos de FIU distintos: anecogénico y ecogénico, siendo este último compatible con contenido purulento intrauterino. El porcentaje de animales con FIU detectado durante las 3 visitas (Tabla 2) es similar al descrito en otros estudios (7), así como el grosor endometrial (5).

Tabla 1. Evolución de valores medios de parámetros ecográficos uterinos y recuento leucocitario a lo largo de las semanas se estudio.

	Visita 1 15-21d (N=41)		**Visita 2** 22-28d (N=41)		**Visita 3** 29-35d (N=34	
	Media ± D.E	Rango	Media ± D.E	Rango	Media ± D.E	Rango
Diámetro cervical (cm)	3.54 ± 0.49	2.5 - 5	3.09 ± 0.32	2.5 - 3.5	2.89 ± 0.38	2.5 - 4
Grosor endometrial (cm)	0.6 ± 0.21	0.25 - 1.25	0.51 ± 0.16	0.25 - 1	0.49 ± 0.20	0.25 - 1
Recuento leucocitario (x10^3 /µl)	7.39 ± 1.5	3.54 - 9.98	7.69 ± 2.26	4.62 - 18.8	7.36 ± 1.42	5.1 - 12.16

Tabla 2. Presencia de fluido intrauterino

FIU	N	(%)
Visita 1 (N=41)	35	85.4
Visita 2 (N=40)	20	50
Visita 3 (N=34)	17	50

Tabla 3. Factores incluidos en el modelo final de regresión de Cox para el retorno a la ciclicidad. (N=41)

Factor		Riesgo relativo	95% IC	P valor
Fluido intrauterino	ausencia	referencia	-	-
	presencia	0.319	0.09-1.03	0.056
Diámetro cervical (continua)		0.375	0.17-0.82	0.014
Grosor endometrial (continua)		0.111	0.01-0.69	0.018

A día 57 postparto un 11.4% de las vacas no presentó ciclicidad ovárica. Con el objetivo de relacionar los parámetros ecográficos de la primera visita con esta actividad ovárica, se utilizó análisis de supervivencia. El análisis de Kaplan Meier para el retorno a la ciclicidad permitió establecer el efecto individual de los factores diámetro cervical (<4cm: 3.8 semanas y ≥4cm: 5.4 semanas; P=0.03) y grosor endometrial (<0.75cm: 3.9 semanas y ≥0.75cm: 4.9 semanas; P=0.06) sobre el tiempo medio del retorno a la ciclicidad. El modelo de regresión de Cox, que analiza de forma conjunta los factores que afectan al retorno a la ciclicidad, incluyó además del tamaño cervical y grosor del endometrio el efecto de la presencia de fluido uterino. La Tabla 3 muestra los riesgos relativos de estos factores sobre la activación ovárica.

La involución cervical estuvo íntimamente ligada a la uterina y esta última a la recuperación ovárica (4). Por ello podemos pensar que las medidas ecográficas de tamaño cervical y grosor endometrial, no solo son indicadores del retorno a la ciclicidad, sino también de una correcta involución uterina.

CONCLUSIONES

Las vacas primíparas presentan recuentos leucocitarios mayores que las multíparas durante el periodo de estudio, mientras que el recuento leucocitario de la primera visita (días 15-21) no pudo relacionarse con el retorno a la ciclicidad.

La presencia de líquido intrauterino, los valores altos de grosor endometrial y diámetro cervical en los días 15-21 se relacionaron negativamente con un aumento del periodo parto-retorno a la ciclicidad. Por tanto, consideramos la ecografía transrectal como método diagnóstico de elección durante el periodo post-parto.

BIBLIOGRAFÍA

1. López-Gatius, F. Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. Theriogenology. 2003; 60 (1), pp. 89-99

2. Lucy MC. ADSA foundation scholar award reproductive loss in high-producing dairy Cattle: Where Will It End? J Diary Sci. 2001; 84 (6), pp. 1277-1293.

3. LeBlanc, SJ. Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *Vet J.* 2008; 176 (1), pp. 102-114.

4. Morrow DA, Roberts SJ, McEntee K. A review of postpartum ovarian activity and involution of the uterus and cervix in cattle. Cornell Vet. 1969; 59 (1), pp 134-154.

5. Barlund CS, Carruthers TD, Waldner CL, Palmer CW. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. Theriogenology. 2008;(69)pp 714-723.

6. Okano A, Tomizuka T. Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. Theriogenology. 1987; 27(2) pp 369-376.

7. Kasimanickam R, Duffielda TF, Fosterb RA, Gartleya CJ, Lesliea KE, Waltonc JS, Johnsona WH. Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. Theriogenology. 2004; 62 pp 9–23.

8. Newbould FHS. Phagocytic activity of bovine leukocytes during pregnancy. Can. J. comp. Med. 1976; 40, pp 111-116.

9. Ginther OJ. Ultrasonic imaging and animal reproduction: Cattle. Book 3. Equiservices Publishing. USA. 1998.

COMUNICACIONES ORALES | NUTRICIÓN Y MANEJO

INCIDENCIA Y EFECTOS DE LA CETOSIS EN UNA EXPLOTACIÓN DE VACUNO LECHERO

I. BARREIRO[1,3], P. MOURE[2,3], M. MIRANDA[2,3], P. CARBAJALES[2,3], LE. FIDALGO[2,3], G. VÁZQUEZ[3], L. RIGUEIRA[2,3]

[1]DEPARTAMENTO DE FISIOLOXÍA ANIMAL. FACULTADE DE VETERINARIA. UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. 27002 LUGO.
[2]DEPARTAMENTO DE CIENCIAS CLÍNICAS VETERINARIAS. FACULTADE DE VETERINARIA. UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. 27002 LUGO.
[3]HOSPITAL VETERINARIO UNIVERSITARIO ROF-CODINA. FACULTADE DE VETERINARIA. UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. 27002 LUGO.

Resumen

Este estudio fue realizado en una explotación de vacuno de leche ubicada en la provincia de Lugo con 250 vacas en lactación. Comenzó en enero del 2007 y continúa en la actualidad, si bien en este trabajo se expondrán las conclusiones extraídas de los datos analizados entre enero de 2007 y diciembre de 2009. De cada animal se determina semanalmente la concentración de cuerpos cetónicos en orina, entre la primera y tercera semana post-parto. Los objetivos de este estudio fueron: (i) Comparar la incidencia de cetosis según el número de lactación y ver si existen diferencias significativas, (ii) determinar a qué días en lactación es más probable la aparición de la enfermedad, (iii) y comparar la incidencia de cetosis en vacas con y sin metritis.

Los datos demuestran que la incidencia de cetosis disminuye cuando se realiza un control posparto, y permiten establecer una relación causal entre la patología y la disminución de la producción láctea, intentando demostrar cómo la detección temprana de cetosis subclínica y su tratamiento, podrían evitar la reducción de la producción.

Introducción

La alta demanda energética en el inicio de la lactación, favorece la aparición de enfermedades metabólicas en el vacuno lechero, siendo la cetosis la más frecuente. La cetosis subclínica se define como un aumento de cuerpos cetónicos circulantes en ausencia de signos clínicos (1).

Los tres principales cuerpos cetónicos son: acetona, acetoacetato y β-hidroxibutirato (BHB), detectables analíticamente en sangre, orina y leche. El BHB es el predominante en rumiantes y existe una fuerte correlación entre la concentración de éste en sangre y los niveles de acetoacetato en orina (2). Aunque puede manifestarse a cualquier edad, las vacas en primera lactación tienen un 60% menos de probabilidad de padecerla si las comparamos con vacas de más lactaciones (3).

Diversos estudios sostienen que la cetosis clínica se suele manifestar, a nivel de rebaño, entre un 3,4-7,2% de los individuos, pero que la forma subclínica puede afectar hasta al 34% de los animales (4, 5). Alrededor del 90% de las cetosis subclínicas son diagnosticadas durante los dos primeros meses después del parto, y la prevalencia presenta un pico entre la segunda y tercera semana post-parto (2, 6). Entre el 10 y el 30% de las vacas al inicio de lactación, padecen cetosis subclínica durante la primera semana (2).

Se ha demostrado que vacas con cetosis subclínica producen hasta 4 kg menos de leche al día (2,4). Además, aumenta el riesgo de sufrir cetosis clínica y desplazamiento de abomaso a la izquierda (DAI), y repercute negativamente en factores reproductivos (2, 6, 7). Una temprana detección y tratamiento de las vacas afectadas mediante programas de monitorización reduce significativamente las pérdidas ocasionadas (2,6).

Existen distintas formas de monitorizar una granja; el método más fiable, pero también el más laborioso, es la medición de BHB en sangre (4, 8), otros métodos son la medición de acetoacetato en orina o leche (8), siendo el primero más sensible que el segundo. También podemos monitorizar el porcentaje de grasa y de proteína en leche, de manera que aumentos de 1% en grasa incrementa el riesgo de padecer cetosis subclínica e incrementos del 1% en proteína reduce el riesgo de padecer la misma (3).

El objetivo principal de nuestro estudio se basa en ver los beneficios de la instauración de un programa de monitorización basado en la detección de acetoacetato en orina por medio del test nitroprusido, además comparar la incidencia de cetosis según el número de lactación y ver si existen diferencias significativas, determinar a qué días en lactación es más probable la aparición de la enfermedad, y comparar la incidencia de cetosis en vacas con y sin metritis.

Material y métodos

El estudio se lleva a cabo en una explotación de ganado vacuno lechero de raza Holstein en sistema intensivo, localizada en Vilamaior do Negral en el ayuntamiento de Guntín (Lugo). Dicha explotación cuenta en la actualidad con 250 vacas adultas, con una media de producción anual de 10500 kg leche y 83 novillas de reposición propia. Se trata de una explotación cerrada, libre de enfermedades de declaración obligatoria y libre de IBR y BVD. Los servicios veterinarios de la explotación los realiza el Servicio Ambulatorio de Animales de Renta (SAAR) del Hospital Clínico Universitario Rof-Codina, Facultad de Veterinaria de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela.

La alta incidencia de cetosis clínica (13%) durante los años 2004 a 2006, motivó la realización de un control post-parto, que consiste en, evaluación cualitativa mediante tira reactiva (CYBOW®) de presencia o ausencia de cuerpos cetónicos en orina, control de la temperatura y del pH urinario. Entre los años 2007 y 2009 se le realizaron controles desde el momento del parto hasta las 3 semanas postparto, con un intervalo de una semana entre ellos a un total de 400 vacas.

Las vacas que padecían cetosis subclínica fueron tratadas por vía intravenosa con 250 ml de metionina glucosada (Metionina Glucosada Complex®, Merial) y 20 ml vitamina B (Complejo B8 inyectable®, Calier).

Los datos de producción (lactación normalizada a 305 días), grasa y proteína (del primer control post-parto) fueron tomados de la Asociación Española para Control de Rendimientos (AFRICOR).

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando SPSS para Windows (15.0), concretamente los datos fueron analizados mediante una muestra T para muestras independientes.

Resultados y discusión

Entre los años 2007 y 2009 un total de 400 vacas en lactación fueron evaluadas, de las cuales 36.5% eran primíparas y el 63.5% multíparas. Un 3.75% de las primíparas padecen cetosis frente a un 21.5% de las multíparas. Estos resultados coinciden con lo descrito por Duffjield y col. (3) quienes describen que la probabilidad de padecer cetosis subclínica en primera lactación es un 60% menor que en sucesivas.

La incidencia de la enfermedad fue de un 11% en los primeros 5 días postparto, un 6% entre el 6-10 día, un 4.25 % entre 11-15 días y de un 3.75% a partir de 16 días, datos que concuerdan con los de Geishauser y col. (2), quienes afirman que en la primera semana postparto se desarrollan entre el 10-30% de los casos detectados.

Al valorar la incidencia de cetosis en vacas con y sin metritis, no se observa una influencia estadísticamente significativa de mayor incidencia de cetosis en vacas que desarrollaron metritis. Así, del total de la población de estudio, el 18.2% (n=72) padeció metritis, y de éstas, el 30.1% (n= 6) padece también cetosis subclínica. Por otro lado, un 25% (n= 82) de las vacas libres de metritis (81.8%, n=328) padecen cetosis subclínica.

En lo referente a las medias de producción no encontramos diferencias significativas entre las vacas que padecen cetosis subclínica y las que no, tanto en primíparas como en multíparas ($p>0.10$). Tampoco encontramos diferencias significativas ($p>0.10$) en las medias de porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y ratio grasa/proteína en los mismos grupos de animales. Nuestros resultados difieren de los expuestos por Geishauser y col. (2) y Duffield (4) quienes observaron pérdidas entre 1 y 4 kg de leche al día en vacas con cetosis subclínica a las que no aplicaban tratamiento. Esto sugiere que la detección y a la instauración temprana de un tratamiento adecuado, como ocurre en nuestro estudio, minimiza las pérdidas de producción.

Al valorar la relación entre el control de cetosis subclínica y la incidencia de otras patologías, observamos una reducción del 6.25 al 2.75% ($p<0.05$) en la incidencia de DAI, y del 6 al 2% ($p<0.05$) en cetosis clínica. Igual que en el caso de las producciones, el hecho de diagnosticar y tratar las cetosis subclínicas nos permite reducir la incidencia de otras patologías, a diferencia de lo expuesto por otros autores que no instauraban tratamiento (2, 6, 7).

Conclusión

El control post-parto de cetosis subclínica e instauración de tratamiento minimiza las pérdidas de producción, e influye favorablemente en la reducción de la incidencia de otras patologías como DAI y cetosis clínica.

Referencias

1. Duffield TF, Lissemore KD, McBride BW, Leslie KE. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. J Dairy Sci 2009; 92:571-580.

2. Geishauser T, Leslie K, Tenhag J, Bashiri A. Evaluation of eight cow-side ketone tests in milk for detection of subclinical ketosis in dairy cows. J Dairy Sci 2000; 83:296-299.

3. Duffield TF, Kelton DF, Leslie KE, Lissemore KD, Lumsden JH. Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. Can Vet J 1997; 38:713-718.

4. Duffield TF. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2000 Jul;16(2):231-53.

5. Baird D. Primary ketosis in the high-producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. J Dairy Sci. 1982; 65:1-10.

6. Sakha M, Ameri M, Sharifi H, Taheri I. Bovine subclinical ketosis in dairy herds in Iran. Vet Res Commun 2007; 31:673-679.

7. Walsh RB, Walton JS, Kelton DF, LeBlanc SJ, Leslie KE, Duffield TF. The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. J Dairy Sci. 2007; 90:2788-2796.

8. Oetzel GR. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2004; 20:651-674.

CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO CEBADO CON ENSILADOS Y UNIFEED

PERE ALBERTÍ, GUILLERMO RIPOLL Y BEGOÑA PANEA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN
AVDA. MONTAÑANA 930, 50059 ZARAGOZA

Resumen
La utilización de dietas unifeed con forrajes y especialmente silo de maíz tiene un menor coste de producción que el cebo con concentrado. Se puede producir una carne más acorde con las recomendaciones de la EFSA desde el punto de vista de las enfermedades cardiovasculares de los consumidores, por su riqueza en ácidos grasos n-3. No obstante, la mayor insaturación de su grasa no implica una reducción de la vida útil de la carne ya sea fileteada en bandejas con atmósferas protegidas o al corte. La coloración de la carne fue normal y la coloración de la grasa subcutánea algo más amarillenta sirve para su trazabilidad como carne natural de animales jóvenes cebados con forrajes ricos en antioxidantes vegetales naturales.

Introducción
La actividad de cebo de terneros experimentó una crisis de rentabilidad debido a los elevados costes de producción de los piensos que provocó el interés por el silo de maíz y otros forrajes para abaratar costes de producción. La utilización de forrajes comporta variaciones en la calidad de la carne. El objetivo de este trabajo fue analizar el color de la grasa y su composición química y valorar la vida útil por el color de la carne de terneros cebados con concentrado o unifeed.

Materiales y métodos
El estudio se realizó mediante la colaboración de cuatro ganaderías de vacuno de cebo que utilizaban distintos forrajes y niveles energéticos, que permitían diferentes crecimientos y estados de engrasamientos de las canales y las carnes. Asimismo el tipo de animal era diferente en cuanto a raza, sexo, peso sacrificio o edad.

Se utilizaron 52 muestras de machos y hembras cebados con pienso o unifeed de cuatro explotaciones:

1 Ganadería de cebo en condiciones de regadío, silo de maíz unifeed. Hembras cruzadas de Blonda o de Limusina. Un lote testigo a pienso y paja a voluntad (lote 1) y un lote Unifeed, mezcla de ensilado de maíz y núcleo proteico, 80:20 a voluntad (lote 2).

2 Ganadería de cebo de terneras, lote testigo de pasteras irlandesa cruce de Limusina o Simmental con alimentación a base de pienso y paja (lote 3); dos lotes de pasteras irlandesas con alimentación de silo de maíz con suplementación que permita una ganancia media diaria baja de 1,4 kg/d (lote 4) o alta de 1,6 kg/d (lote 5) y otro lote de pasteras francesas cruce de Charolés con silo de maíz y suplementación baja (lote 7).

3 Ganadería con terneros de raza Parda de Montaña en condiciones del Pirineo, praderas y ensilado de pradera más acabado a pienso (lote 6).

4 Ganadería con cebo de terneros de raza Frisona, o cruces de Parda de Montaña o Montbeliard, con unifeed 89% concentrado y 11% forraje (50% heno alfalfa, 30% heno de mijo y 20% paja) (dieta 8) y otro lote con pienso (lote 9).

5. Además se utilizaron tres canales de macho (lote 10) y dos canales de hembras (lote 11) de Mercazaragoza como animales testigo del circuito comercial.

Se midió el pH a las 24 h del sacrificio y el color de la grasa subcutánea de la zona lumbar de la canal. Se analizó la composición química de la carne y de los de ácidos grasos de la grasa intramuscular. Con un espectrocolorímetro Minolta CM2600D se midió la evolución del color de la carne envasada en bandejas y cubierta con un film de polietileno permeable al oxígeno en refrigeración (<7º C) en oscuridad y también envasada en atmósfera modificada (MAP) con

una mezcla gases de 70% O_2 20% CO_2 y 10% N_2 y expuesta en una vitrina refrigerada (<4º C) iluminada con lámparas fluorescentes (450 lux). Se determinó la dureza instrumental de la carne con Instron a tres tiempos de maduración: 2, 7 y 14 días después del sacrificio.

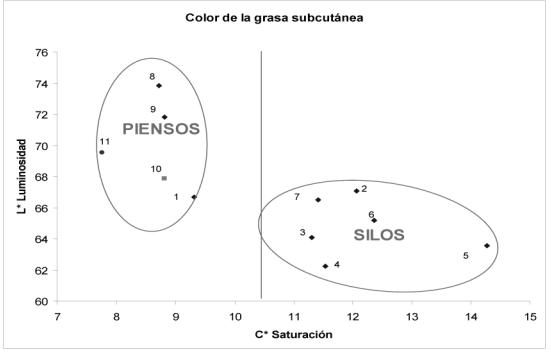
Resultados y discusión

Los animales que recibieron dietas de pienso, o unifeed en los que la proporción de forrajes era baja y que esos forrajes eran henos, tuvieron una grasa blanca con un valor de croma o saturación de pigmentos muy bajos y mayor luminosidad (Figura 1) mientras que el color de la grasa de las pasteras irlandesas que recibieron una dieta de pienso o unifeed de silo de maíz presentaron una grasa crema al igual que las terneras que recibieron unifeed de silo de maíz o que los terneros cebados con silo de pradera natural en el Pirineo.

El porcentaje de grasa intramuscular varió con la dieta, con un intervalo entre el 1% de las carnes más magras de los terneros machos cebados con pienso o unifeed de pienso y henos de alfalfa y mijo, y la carne más veteada, con el 5,8% de grasa de las hembras cebadas a pienso. El consumo de carne se ha visto limitado en los últimos años debido a que su grasa se ha asociado a enfermedades cardio-vasculares en los consumidores. Por ello se están estudiando cambios en el sistema de producción para reducir la cantidad de grasa de la carne y modificar su composición de ácidos grasos, con el fin de ajustarla a las recomendaciones nutricionales. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) recomienda un consumo de grasa saturada lo más bajo posible, y que la relación de ácidos poliinsaturados omega 6/omega 3 de los alimentos sea baja, aunque otros organismos o agencias la sitúan por debajo de 4, dado que los ácidos grasos omega 3 reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Los terneros que recibieron el unifeed con heno de mijo y otros henos y los terneros cebados a pienso de la misma explotación, asi como las terneras pasteras irlandesas y en especial las que recibieron el silo de maíz tuvieron una grasa intramuscular menos saturada que el resto de tratamientos. Las terneras pasteras irlandesas cebadas con pienso o con ensilado de maíz junto con las terneras cebadas con silo presentaron una grasa con mayor contenido en ácido linoleico conjugado (CLA) que los demás tratamientos. No obstante, la grasa de las terneras cruzadas de Charolés cebadas con silo de maíz o la de los terneros cebados con silo de pradera no tuvo esa composición sino que fue más parecida a la de los animales cebados con pienso.

Figura 1. Color de la grasa subcutánea



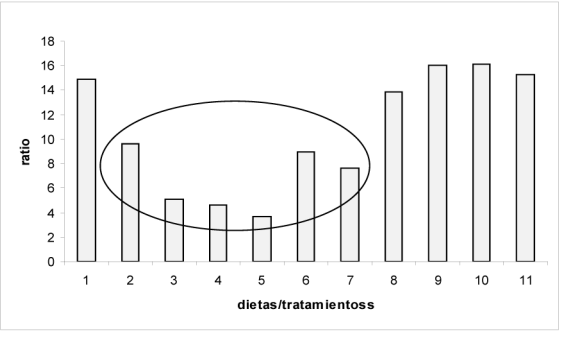


Figura 2. Relación n-6:n-3 de la grasa intramuscular.

Los animales pasteros o que recibieron ensilado de maíz o de pradera tuvieron una proporción n6/n3 más baja que los animales cebados con pienso (Figura 2). Así las terneras pasteras irlandesas tuvieron una grasa con la menor relación n-6/n-3, incluso las que tuvieron un cebo con pienso. También las terneras pasteras cruzadas de Charolés que recibieron unifeed de ensilado de maíz y las terneras de Épila cebadas con un unifeed de maíz presentaron una relación menor a 10. Por el contrario el resto de dietas de cebo con altas proporciones de concentrados ricos en grano de maíz y soja producen que los n-6 dominen en el proceso de síntesis y que la relación sea muy elevada, por lo tanto son menos recomendables desde el punto de vista nutritivo para el consumidor de esa carne.

La carne de los machos fue más dura que la de las hembras desde el inicio hasta los catorce días de maduración. La carne de las hembras alcanzó el punto umbral de 5 kg/cm^{2}de dureza a los 11 días de maduración mientras que la carne de los machos necesitó catorce días para reducir su dureza hasta ese valor. Se dio una gran variación en la disminución de la dureza entre dietas o tratamientos. Sólo las terneras irlandesa alimentadas con pienso, las terneras Charolesas de silo y las terneras testigo de Mercazaragoza alcanzaron la suficiente terneza a los 7 días de maduración para su consumo. El resto de animales de las demás dietas necesitaron maduraciones largas de 14 días. La comparación entre

las dietas de silo (unifeed) y las de pienso concentrado habría que hacerla dentro de cada explotación a los 7 y 14 d. Así en las dietas 1 y 2 las terneras cebadas con el unifeed de silo tendieron a ser menos duras que las cebadas con pienso. Los lotes 3, 4 y 5, terneras cebadas con pienso, tendieron a ser más tiernas que las otras. En el lote 6 los terneros de raza Parda y sus cruces tuvieron una dureza instrumental elevada y deben madurase hasta los 14 días para poder alcanzar la terneza necesaria.

También, en los lotes 8, 9 y 10 los terneros presentaron una alta dureza instrumental y necesitarían más de 14 días de maduración antes de su consumo.

En general, no se apreciaron defectos de color en la carne envasadas en bandejas cubiertas por film permeable al oxígeno ni tampoco en las envasadas en atmósferas modificadas, aunque se dieron diferencias evidentes entre los lotes de las diferentes explotaciones, así como efectos individuo dentro del mismo lote. La vida útil media de la carne en MAP fue de unos 6 días ya que a ese tiempo la nota de valoración visual está por debajo de 2. En ese tiempo la claridad alcanzó un valor mínimo y posteriormente empezó a aumentar. El valor del croma fue disminuyendo paulatinamente hasta los seis días y posteriormente esa nota cayó de forma brusca. El valor del tono durante el período de exposición fue disminuyendo de forma gradual y a partir del sexto día a aumentó de forma significativa, a medida que se iban oxidando la mioglobina a metamioglobina.

Conclusiones

La grasa subcutánea de las dietas de silo de maíz o de pradera fue más amarillenta, en especial cuando los animales eran pasteros, mientras que los animales no pasteros y cebados con pienso presentaron una grasa subcutánea blanca. La composición de la grasa intramuscular varió según dietas de cebo: las dietas unifeed de ensilado de maíz y los animales pasteros depositaron menos ácidos grasos saturados, más ácidos grasos poliinsaturados, con mejor (menor) relación omega-6/omega-3 y con más ácido linoleico conjugado (CLA). No se apreciaron defectos de color en la carne envasadas en bandejas cubiertas por film permeable al oxígeno ni tampoco en las envasadas en atmósferas modificadas (70% O_2: 20% CO_2: 10% N_2), hallándose menores variaciones debidas al tipo de dieta de cebo, que debidas a sexo, raza, individuo etc. La dureza instrumental de la carne no se modificó por efecto de la dieta de cebo, aunque se apreció que es necesaria una maduración superior a 7 días en muchas de las carnes.

Proyecto financiado con fondos FEDER y Programa de desarrollo Rural para Aragón 2007-2013.

Referencias

EFSA (2005) Request N° EFSA-Q-2004-107, EFSA Journal, 253, 1-29.

UTILIZACION DE GRASAS DE ORIGEN VEGETAL EN RACIONES DE VACAS LECHERAS: RENDIMENTOS PRODUCTIVOS, REPRODUCTIVOS Y COMPOSICIÓN DE LA GRASA

MARTÍNEZ, D.[1*], CASTRO, T.[2], JIMENO, V.[3], ISABEL, B[2]
[1] *NÚTER FEED S.A.U., * DMARTINEZ@NUTERIBERIA.COM*
[2] *DPTO. PRODUCCIÓN ANIMAL, FACULTAD DE VETERINARIA, UCM, MADRID*
[3] *DPTO. PRODUCCIÓN ANIMAL, EUITA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA, MADRID*

Resumen
El objetivo del presente trabajo fue estudiar los efectos de la incorporación de aceites vegetales con distinto grado de saturación en raciones de vacas lecheras, sobre la producción, composición de la leche y de la grasa, y sobre los rendimientos reproductivos. Las raciones experimentales fueron: CONTROL (sin grasa añadida, TC), SOJA (con un 4% de aceite de soja en el concentrado, TS) y LINAZA (con un 4% de aceite de linaza en el concentrado, TL). La incorporación de aceite no afectó la producción de leche, pero redujo el contenido en grasa y proteína. Las raciones con aceite de SOJA y LINAZA presentaron un mayor contenido en ácido Vaccénico y CLA; y una mejor relación poli insaturados/saturados y n6/n3 que las raciones control. Las raciones con aceite de LINAZA dieron lugar a una mayor producción de leche al pico y tardaron menos días en alcanzar el pico de producción que las dietas CONTROL y SOJA. En general, la incorporación de aceite en las raciones dio lugar a una mejora significativa en los índices reproductivos.

Palabras clave: vacuno lechero, aceite de soja, aceite de linaza, CLA, parámetros reproductivos.

Introducción

El papel beneficioso que ejercen en el ser humano la ingesta de determinados tipos de ácidos grasos sobre el sistema cardiovascular, sistema inmunitario, y su papel anticancerígeno y antidiabético, ha sido demostrado para los PUFA (Vanesa B. Woods, Anna M. Fearon, 2009), y muy especialmente para el CLA (Belury, 2002). Por otro lado la modificación del perfil de lipídico de la grasa de origen lácteo (Gulati, S.K., et al., 2002) y la modulación reproductiva (Staples et al., 1998, Thatcher et al., 2006) a través de la suplementación de la ración con fuentes grasas, ha sido objeto de numerosos estudios. Sin embargo en vacuno de leche son todavía escasos los estudios que relacionan la composición y perfil de la leche, con la función reproductiva a través de factores dietarios y con una muestra suficientemente grande de animales. El objeto de este trabajo es ahondar en esta línea de investigación y relacionarlo con otros indicadores, como son datos productivos, perfiles plasmáticos o cambios en el peso vivo.

Material y métodos

Para la realización del experimento se utilizaron 297 vacas lecheras de raza Holstein con 211 ± 162 DEL y una producción media de 31,3 ± 9,1 kg divididas en 6 lotes que fueron distribuidos al azar a los distintos tratamientos experimentales. Las raciones experimentales (CONTROL, SOJA y LINAZA) se formularon para que fuesen isoenergéticas e isoproteicas (16,5% de PB, 1 UFL/kg MS) y para que cubriesen las necesidades nutritivas de los animales según su estado fisiológico y nivel productivo, siguiendo las recomendaciones del NRC (2001) e INRA (1988, 2007). Las raciones se suministraron en forma de *Unifeed* 2 veces al día, y los animales se ordeñaron dos veces al día (07:00 y a las 17:00 h). Durante el periodo experimental las vacas se pesaron tres veces (0, 32 y 67 DEL). Para el estudio de la composición de la leche y de la grasa, las tres últimas semanas del periodo experimental se tomaron muestras representativas del ordeño de la mañana y de la tarde. Para el estudio de los parámetros sanguíneos se tomaron 4 muestras de sangre, (46, 57, 67 y 77 DEL).

La composición química de las raciones, los ingredientes y los restos de alimentos se analizan según la AOAC, 2006; la grasa, proteína y lactosa de la leche se realizaron según International Dairy Federation (IDF, 2000); y el contenido en ácidos grasos de los alimentos y de la leche según el procedimiento One Step, (Sukhija y Palmquist, 1990).

Los resultados obtenidos se analizaron con el procedimiento PROC MIXED con medidas repetidas del paquete estadístico SAS System v.8.

Resultados y Discusión

El perfil cromatográfico de las muestras de leche, representado en la Tabla 1 expresa como TS y TL respecto al TC resulta en un mayor nivel de ácido ruménico (AR), y ácido vaccénico (AV), además de un mayor nivel de CLA total, más cantidad de PUFA, menor nivel de AG hasta C16 y un mayor nivel de AG de cadena larga (>C18) sin diferencia respecto al aceite empleado y todo ello conforme con la literatura científica hasta la fecha. El ratio n6/n3, de importancia creciente en la salud humana es inferior en TL. De resaltar también que el C18:2 *trans*-10, cis-12 CLA, responsable de la caída en GB (Bauman y Griinari, 2003) es superior en TS que en TL y en ambos superior a TC, que explica los datos de GB de la Tabla 2. Los niveles de PB expresados en porcentaje descienden en TS y TL respecto a TC (de acuerdo con De Peters y Cant,1992), aunque en g/d, no hay diferencias entre tratamientos (Tabla 2).

Tabla 1: Composición en ácidos grasos (g/100 g del total de ácidos grasos) de la grasa de la leche en los diferentes tratamientos experimentales (medias corregidas por mínimos cuadrados, least square means) y nivel de ingesta y producción de leche

	TC	TS	TL	SEM[1]	Nivel sig.
C18:1 *trans-11* (*Acido Vaccénico*)	1,793[a]	2,646[b]	3,401[c]	0,281	0,001
C18:2 *cis-9, trans-11* CLA (Acido Ruménico)	0,855[b]	1240[a]	1384[a]	0,085	0,0001
C18:2 *trans*-10, cis-12 CLA	0,028[a]	0,064[b]	0,037[c]	0,006	0,0005
TOTAL CLA	0,8821[b]	1,305[a]	1,419[a]	0,0845	0,0001
Poliinsaturados (PUFA)	5,71[b]	7,31[a]	7,09[a]	0,457	0,029
Poliinsaturados/saturados	0,0928[b]	0,123[a]	0,124[a]	0,0091	0,020
n6/n3	7,71[a]	6,45[b]	3,10[c]	0,5369	0,0001
AG cadena corta y media (C4 a C16)	52,80[a]	48,90[b]	46,75[b]	2,011	0,069
AG cadena larga (>C18)	47,19[b]	51,09[a]	53,25[a]	2,011	0,067

[1]SEM: Error estándar de la media corregida por mínimos cuadrados

[a, b] Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

La Tabla 2 muestra los resultados productivos y reproductivos de los distintos tratamientos experimentales. Como se puede observar, la producción de leche media no presentó diferencias significativas (similar a lo que obtiene con otras fuentes de grasa Jenkins, 1998), aunque sí, en el pico de producción (kg y día) a favor del TL. Respecto al nivel de progesterona plasmática, los resultados en TS y en TL fueron inferiores a los de TC (de acuerdo con Robinson et al., 2002), resultado que explica porqué TS y TL tienen más vacas preñadas a la 1ª Inseminación, menos Días Abiertos y menos Días a 1ª Inseminación Artificial, por un mejor balance hormonal post parto. El mejor rendimiento reproductivo se obtiene con TL (de acuerdo con Silvestre et al., 2008).

Conclusiones

El trabajar con niveles altos de C18:2 o C18:3 en las dietas de vacuno lechero permiten además de mejorar la composición hacia una leche más cardiosaludable (especialmente en AR y AV), obtener un rendimiento reproductivo muy superior que en la ración sin suplementar, con lo que se abre otra alternativa más para mejorar la reproducción, sin perjuicio de la producción, donde en el presente trabajo los animales con mejores resultados reproductivos fueron los que también tuvieron un pico de producción más alto (TL).

Tabla 2: Picos de producción, composición de la leche (medias corregidas por mínimos cuadrados, least square means) y parámetros reproductivos en los diferentes tratamientos experimentales (mediana y rango intercuartílico)

	TC	TS	TL	SEM[1]	RI[2]	Nivel sig.
Producción de leche media (kg/día)	33,58	32,44	31,55	0,706	-	0,193
Producción al pico (kg/día)	38,99[b]	39,25[b]	44,04[a]	8,714	-	0,00001
Días al pico	78,0[a]	71,0[a]	57,0[b]	63	-	0,036
Preñez a Primera Inseminación (P1IA)[3]	2[a]	1[b]	1[b]	-	2	0,003
Días abiertos (DA)	123,5[a]	99,5[ab]	75[b]	-	121	0,002
Días a primera inseminación (D1IA)	68[a]	57,44[ab]	49,19[b]	-	40,35	0,008
Progesterona (ng/ml)	4,572[a]	2,876[b]	3,613[b]	0,550	-	0,10
Variación peso (kg/día) día 0 al 32	-2,88	-2,89	-3,64	3,18	-	0,616
Variación peso (kg/día) día 32 al 67	-0,52	-0,177	-0,068	1,59	-	0,732
Grasa (%)	3,41[a]	2,65[b]	2,99[b]	0,167	-	0,011
Grasa (kg/día)	1,06[a]	0,878[b]	0,886[b]	0,068	-	0,118
Proteína (%)	3,33[a]	3,09[b]	3,16[b]	0,062	-	0,022
Proteína (g/día)	0,976	1,00	0,984	60,09	-	0,089

[1]SEM: Error estándar de la media corregida por mínimos cuadrados

[2]RI Rango Intercuartílico

[3] 1 significa animales preñados a 1ª IA y 2 significa preñados a 2 o más IA

[a, b] Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

Referencias

*AOAC, (2006). International, Gaithersburg, MD, USA.

*Belury, M.A. (2002). Annu. Rev. Nutr., 22,505-531.

*Bauman, D.E. y Griinari, JM., (2003). Annu. Rev. Nutr., 23,203-227.

*De Peters, E.J., Cant, J.P., (1992). J. Dairy Sci., 75, 2043-2070.

*Gulati, S. K., May, C., Wynn, P. C., Scott, T. W., (2002). Anim. Feed Sci.Technol., 98, 143-152.

*IDF. (2000). International IDF standard 141c:2000.

*INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1988, 2007.

*Jenkins, T.C., (1998). J. Dairy Sci. 81:794–800.

*Nutrient Requirements of Dairy Cattle (NRC), Seventh Revised Edition, (2001).

*Robinson, R.S., Pushpakumara, P.G.A., Cheng, Z., Peters, A.R., Abayasekara, D.R.E., Wathes, D.C., (2002).. J. Reprod. Fertil., 124, 119-131.

*Silvestre, F.T., Carvalho, T.S.M., Crawford, C., Santos, J.E.P., Staples, C.R., Thatcher, W. W., (2008). J. Dairy Sci. 91, 76-77.

*Staples, C.R., Burke, J.M., Thatcher, W.W., (1998).. J. Dairy Sci., 81, 856-871.

*Sukhija, P. S., Palmquist, D. L.,(1990) J. Dairy Sci., 73,1784-1787.

*Thatcher, W.W., Bilby, T.R., Bartolome, J.A., Silvestre, F., Staples, C.R., Santos, J.E., (2006). Theriogenology. 65, 30-44.

*Vannesa B. W., Anna, M. F., (2009). Livest. Sci., 126 1-20.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a Nuter Feed S.A.U., Granja Leche Pascual España S.L.U., Pfizer Salud Animal y a la ayuda de campo de D. Juan Pedro Campillo

EVALUACIÓN DE INDICADORES DE BIENESTAR EN VACAS LECHERAS EN EL NORTE Y CENTRO DE PORTUGAL

CERQUEIRA, J.O.L.[1,4]; ARAÚJO, J.P.[1]; GRANJA, J.H.C.[1]; MARTINS, A.[2]; CANTALAPIEDRA, J.[3] SORENSEN, J.T.[5]; NIZA RIBEIRO, J.[4,6]

[1]ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE VIANA DO CASTELO, REFÓIOS DO LIMA, 4990-706 PONTE DE LIMA, PORTUGAL. TEL: (+351) 258 909 740; (+351) 258 909 779; EMAIL: CERQUEIRA@ESA.IPVC.PT
[2]ASSOCIAÇÃO PARA O APOIO À BOVINICULTURA LEITEIRA DO NORTE, VILA DO CONDE, PORTUGAL
[3]UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA, LUGO, ESPANHA.
[4]CENTRO DE CIÊNCIA ANIMAL E VETERINÁRIA – UTAD, PORTUGAL
[5]FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES - UNIVERSITY OF AARHUS, DENMARK
[6]INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR DA UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL

RESUMEN

El Norte de Portugal es una importante región de producción de leche (40% del total nacional), con producciones de 8.700 kg/vaca (305 días).

En este trabajo se analizan las condiciones de bienestar animal asociados a regímenes de estabulación en 1.277 vacas lecheras de alta producción de 34 explotaciones lecheras, del Norte de Portugal en el periodo de Mayo a Septiembre del 2009 mediante el estudio de los parámetros de higiene (Cook, 2002), condición corporal (Ferguson *et al.,* 1994) y cojeras (Sprecher *et al.,* 1997).

En la higiene del muslo y flanco, se observaron diferencias (P<0,05), entre la puntuación 4 (X = 415.000 recuento de células somáticas/ml (CCS)) y las puntuaciones 1 y 2 (X = 243.000 cél./ml), mostrando los animales del 74% de las explotaciones valores medios inferiores a 300.000 cél./ml.

Con respecto a la condición corporal (CC), las vacas en primera lactación (3,23) han presentado diferencias (P<0,001), en comparación con la quinta o más lactaciones (3,00), siendo el 70% de los animales puntuados entre 2,75 y 3,5. Además se encontraron diferencias (P<0,001) entre la tercera fase de lactación, >150 días (CC- 3,3) con respecto a las dos primeras fases (CC-2,9).

En el 74% de las explotaciones, los valores medios de cojera fluctuaron entre puntuaciones de 2 y 3. El porcentaje de vacas con claudicación 1 o 2 fue del 46%; con puntuación de 3 del 23% y el número de animales clínicamente cojos fue del 21% (con valores de 4 o 5), aumentando significativamente el nivel de cojera con la edad.

Palabras-clave: *Bienestar animal; Higiene; Condición Corporal; Cojera; Holstein-Frísia.*

INTRODUCCIÓN

As elevadas produções podem comprometer o bem-estar animal (BEA), induzindo distúrbios na saúde, desconforto e diminuição da qualidade do leite (Fulwider *et al.,* 2007). O reconhecimento da importância do conforto da vaca leiteira como um dos factores mais influentes para o aumento da produção tem-se reforçado gradualmente na última década. Um ambiente desconfortável, afecta negativamente no consumo de matéria seca, na saúde do úbere e na fertilidade, podendo ainda estar na origem de problemas podais (Bach *et al.,* 2007). A avaliação do BEA pode ser utilizada como instrumento preventivo e de assessoria aos criadores, fonte de informação para a elaboração de directivas e de esquemas de qualidade para os consumidores (Napolitano *et al.,* 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Observaram-se indicadores de saúde (higiene, condição corporal e claudicação) em 1.277 animais em lactação, pertencentes a 34 explorações das regiões Norte e Centro de Portugal. Na avaliação de higiene dos animais utilizou-se

o método de Cook (2002), cujo grau de contaminação é avaliado numa escala de 1 (limpo) a 4 (muito sujo), para cada uma das três regiões da vaca em separado: perna, úbere, coxa e flanco.

Na condição corporal (CC) dos animais recorreu-se ao sistema proposto por Ferguson *et al*., (1994), baseado numa escala de 5 pontos repartida em centesimais de 0,25 da unidade, em que se avalia particularmente o tecido adiposo das zonas lombar e pélvica da vaca. Nesta escala, as vacas muito magras são pontuadas com 1, vacas magras com 2, vacas médias com 3, vacas gordas com 4 e vacas obesas com 5.

Na determinação da claudicação recorreu-se ao sistema de Sprecher *et al*. (1997), que utiliza uma escala de pontuação de 1 a 5 pontos, em que 1 é uma vaca que caminha sem qualquer dificuldade e 5 os animais com extrema dificuldade de locomoção.

A análise estatística foi efectuada recorrendo ao programa SPSS para Windows versão 12 (SPSS.Inc.). Para a análise dos dados na relação da CCS com a higiene dos animais, tiveram-se em conta os resultados do contraste leiteiro com a data mais próxima relativamente à visita de campo para recolha dos indicadores de higiene.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Higiene: Os factores que afectam a higiene da vaca, encontram-se associados às características dos estábulos, aos cubículos deficientemente dimensionados e à consistência das fezes. Nestas, o incremento do fluído fecal encontra-se positivamente correlacionado com os animais mais sujos. Para a higiene das pernas e do úbere (Quadro 1), não se constataram diferenças na média de CCS (P>0,05), para as diferentes pontuações. Na higiene da coxa e flanco, observaram-se diferenças (P<0,05), entre a média de CCS da pontuação 4 (415,52±1.490,63) e as médias das pontuações 1 e 2. Estes resultados vêm de encontro aos de Koster *et al.* (2006), em que melhores condições de higiene traduzem-se em melhor qualidade do leite e por Barkema *et al.* (1998), em que efectivos com baixa CCS tinham estábulos e vacas mais limpos face às que apresentavam maior contagem celular.

Quadro 1 - Valores de relação da pontuação de higiene na CCS (x1000).

Indicador	Pontuação	Nº	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
Higiene das Pernas	1	16	414,31±840,54	38,00	3.368,00	202,88
	2	163	246,10±425,12	12,00	4.383,00	172,74
	3	336	251,67±448,63	2,00	3.141,00	178,26
	4	762	288,74±848,34	6,00	4.845,00	293,80
	Sig.	NS				
	Total	1.277	275,12±716,90	2,00	4.845,00	260,57
Higiene do Úbere	1	439	231,90±468,80	2,00	4.383,00	202,17
	2	541	266,08±508,52	6,00	4.245,00	191,12
	3	217	367,04±1327,90	10,00	4.845,00	361,79
	4	80	324,25±675,91	10,00	3.707,00	208,45
	Sig.	NS				
	Total	1.277	275,12±716,90	2,00	4.845,00	260,57
Higiene da Coxa e Flanco	1	321	235,05^{a}±418,82	9,00	3.843,00	178,18
	2	493	243,35^{a}±506,07	2,00	4.383,00	207,96
	3	294	291,44^{ab}±572,10	7,00	4.245,00	196,30
	4	169	415,52^{b}±1490,63	10,00	4.845,00	358,74
	Sig.	*				
	Total	1.277	275,12±716,87	2,00	4.845,00	260,57

Sig.: Nível de significância *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; NS - não significativo

Condição Corporal: Observou-se um efeito (P<0,001), entre a primeira e a quinta ou mais lactações na condição corporal dos animais: à medida que aumenta o número de lactações existe uma tendência para a diminuição da condição corporal.

Encontraram-se diferenças (P<0,001) entre a terceira fase de lactação (3,3) e as duas primeiras (2,9) (Quadro 2), expectável, pois na última fase de lactação as vacas tendem a apresentar uma condição corporal superior em virtude da menor exigência de produção de leite e da maior reposição de gordura extra muscular. Os resultados obtidos, enquadram-se nos intervalos publicados por Ferguson *et al.* (1994), que estipula para a primeira, segunda e terceira fase de lactação os intervalos de condição corporal de 2,5 a 3,25, de 2,75 a 3,25 e de 3 a 3,5, respectivamente.

Quadro 2 – Efeito da fase de lactação na condição corporal

Fase de Lactação	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
1	156	2,94[a]±0,42	2,00	4,25	14,33
2	290	2,91[a]±0,41	2,00	4,50	14,20
3	827	3,26[b]±0,51	2,00	5,00	15,56
Sig.	***				
Total	1273	3,14±0,51	2,00	5,00	16,03

Sig.: Nível de significância *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; NS - não significativo

Claudicação: A postura de arqueamento do lombo tem sido associada a efeitos agudos de problemas podais, tendo contribuído para o desenvolvimento de métodos experimentais, envolvendo a avaliação da marcha dos animais.

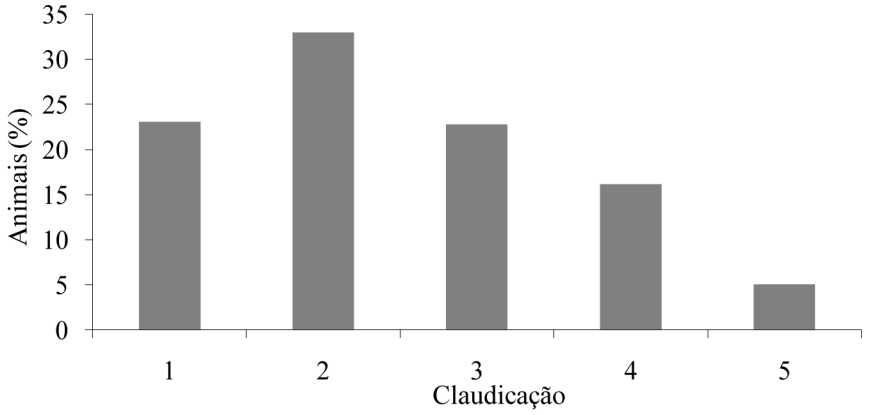


Figura 1. Distribuição dos animais pelas diferentes pontuações de claudicação

Verificou-se que 21% dos animais apresentaram sinais evidentes de claudicação, sendo um preocupante sinal de falta de bem-estar. Estes resultados consolidam os valores referidos por Sprecher *et al.* (1997), que encontraram uma incidência de claudicações mais severa em cerca de 25% do efectivo. Os valores obtidos devem-se em parte ao tipo de piso dos estábulos, onde predominam as superfícies de cimento. Segundo Guard (2000) o piso da vacaria é considerado um dos elementos mais críticos em termos de conforto, sendo a sua qualidade decisiva por estar directamente relacionada com os problemas podais, que constituem uma das maiores causas de refugo da vaca leiteira.

Constatou-se a existência de diferenças (P<0,001) na idade dos animais para a pontuação de claudicação (Quadro 3). O grau de claudicação aumenta com o decorrer da idade (3,3 e 5,5 anos correspondem à pontuação 1 e 5 respectivamente), resultados estes que se coadunam com os obtidos por Sagués (1995).

Quadro 3. Idade dos animais em função da pontuação de claudicação.

Pontuação	N	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
1	295	3,31[a]±1,11	1,80	10,64	33,66
2	421	4,02[b]±1,55	1,92	11,54	38,67
3	291	4,86[c]±1,81	2,05	11,04	37,33
4	206	4,99[c]±1,87	1,84	11,04	37,50
5	64	5,54[d]±2,03	2,57	11,66	36,72
Sig.		***			
Total	1277	4,28±1,75	1,80	11,66	40,96

Sig.: Nível de significância *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; NS não significativo

CONCLUSIONES

Os indicadores estudados poderão ser uma ferramenta importante para a monitorização do bem-estar em vacas leiteiras e há evidências de relação entre alguns destes indicadores e a saúde do úbere. É cada vez mais necessário o esforço da comunidade científica na validação de novas técnicas de acompanhamento do desempenho dos animais, que contribuam para a saúde e longevidade da vaca leiteira.

REFERENCIAS

Fulwider, W. K., Grandin, T., Garrick, D. J., Engle, T. E., Lamm, W. D., Dalsted, N. L. e Rollin, B. E., 2007. Influence of Free-Stall Base on Tarsal Joint Lesions and Hygiene in Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 90: 3559-3566.

Bach, A., Dinare, M., Devant, M. e Carre, X., 2007. Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. Journal of Dairy Research, 74: 40–46.

Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Beiboer, M.L., Benedictus, G., e Brand, A., 1998. Management practices associated with low, medium, and high somatic cell counts in bulk tank milk. Journal of Dairy Sciense 81: 1917-1927.

Köster, G.B., Tenhagen, A., e Heuwieser, W., 2006. Factors associated with high milk test day somatic cell count in large dairy herds in Brandenburg. I: Housing conditions. J. Vet. Med. Ser. A. 53: 134–139.

Napolitano, F., Grasso, F., Bordi, A., Tripaldi, C., Saltalamacchia, F., Pacelli, C. e De Rosa, G., 2005. On-farm welfare assessment in dairy cattle and buffaloes: evaluation of some animal-based parameters. Italian Journal of Animal Science, 4: 223-231.

Cook, N.B., 2002. Hygiene Scoring Card. Univ. of Wisconsin Food Animal Production Medicine. Website: www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/4hygiene/hygiene.pdf

Ferguson, J.D., Galligan, D.T. e Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 77: 2695-2703.

Guard, C., 2000. Environmental risk factors contributing to lameness in dairy cattle. Proceedings of the Dairy Housing and Equipment Systems Conference. NRAES-129. Ithaca, USA. 271-277.

Sagués, A.G., 1995. Control de Cojeras en el Ganado Vacuno de Leche. In: Revista Bovis. Ediciones Luzan, Madrid. 7-31.

Sprecher, D.J., Hostetler, D.E. e Kaneene J.B., 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology, 47: 1179-1187.

COMUNICACIONES ORALES | SANIDAD

ACTUACIÓN DEL VETERINARIO ANTE UN BROTE DE BESNOITIOSIS BOVINA

GARCÍA-LUNAR, P., ORTEGA-MORA, L.M., ROJO-MONTEJO, S., CASTILLO, J.A., ÁLVAREZ-GARCÍA, G.*

** GEMA ÁLVAREZ GARCÍA. GRUPO SALUVET, DEPARTAMENTO DE SANIDAD ANIMAL, FACULTAD DE VETERINARIA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, CIUDAD UNIVERSITARIA S/N, 28040-MADRID, SPAIN. TEL.: +34-913944069; FAX: +34-913944098. CORREO ELECTRÓNICO: GEMAGA@VET.UCM.ES*

RESUMEN

La besnoitiosis bovina es una enfermedad originada por el protozoo formador de quistes *Besnoitia besnoiti.* En la actualidad está considerada una enfermedad emergente en Europa debido al reciente aumento del número de casos y a su expansión geográfica. La besnoitiosis es una enfermedad debilitante y de curso crónico, que origina tanto lesiones cutáneas como alteraciones sistémicas, frente a la cual no existe ningún tratamiento ni vacuna eficaz por lo que las medidas de control deben basarse en el diagnóstico y sacrificio selectivo de animales infectados. Estas medidas de control deben ser especialmente rigurosas ante un brote epidémico de besnoitiosis con el objetivo de evitar, por un lado, la instauración de la enfermedad en una nueva zona y, por otro, su diseminación a zonas libres, basándonos en los resultados obtenidos en este trabajo. El objetivo del presente estudio fue estudiar la evolución de un brote de besnoitiosis bovina en una región libre de la enfermedad a lo largo de un periodo de tiempo de 5 años.

INTRODUCCIÓN

La besnoitiosis bovina es una enfermedad debilitante y de curso crónico originada por el protozoo apicomplejo formador de quistes *Besnoitia besnoiti*. La besnoitiosis está presente en Asia, África y en Europa, donde está considerada una enfermedad emergente y en expansión. Recientemente, se han descrito brotes en España (Fernández-García et al., aceptado; Zacarias 2009), Portugal (Cortes et al., 2006), Francia (Gottstein 2009), Alemania (Rostaher et al., enviado) e Italia (Gottstein et al., 2009). En España la enfermedad se considera endémica en los Pirineos (Juste et al., 1990; Castillo, 2009) y en la sierra de Urbasa Andía en Navarra (Zacarías 2009). Hasta el momento no se han descrito casos de besnoitiosis bovina ni en América ni en Australia.

Se desconoce el ciclo biológico completo del parásito, aunque se piensa que es heteroxeno y que tanto los bóvidos como los antílopes actúan como hospedadores intermediarios. Además se especula con la posibilidad de que el gato sea el hospedador definitivo. La transmisión horizontal mediante contacto directo entre animales sanos e infectados a través de heridas o escoriaciones parece ser la responsable de la diseminación de la enfermedad, por lo que se piensa que la monta natural es un importante factor de riesgo. También se ha señalado la posibilidad de la participación de artrópodos hematófagos (tabánidos y *Stomoxys*) como vectores mecánicos (Bigalke et al., 1968) debido al aumento de la incidencia de la enfermedad en las épocas de mayor actividad de estos vectores.

Los signos clínicos comienzan a desarrollarse aproximadamente a las dos semanas post-infección, si bien el periodo de incubación se puede prolongar hasta los seis meses. La enfermedad comienza con una fase aguda febril, caracterizada por la aparición de signos clínicos inespecíficos que pueden pasar desapercibidos como fiebre, inapetencia y pérdida de peso. A ésta le sigue una fase aguda de anasarca, que se caracteriza por la presencia de edemas localizados, fundamentalmente, en las partes inferiores del animal, como pecho, papada, prepucio y extremidades. Durante la fase crónica se desarrollan quistes con bradizoítos en su interior en el tejido subcutáneo, pudiéndose observar un engrosamiento, endurecimiento y formación de pliegues en la piel (“piel de elefante”). En las zonas de mayor carga parasitaria se puede observar alopecia e incluso desprendimiento de fragmentos necrosados de la epidermis. En los machos puede producir atrofia de los testículos e infertilidad (Kumi-Diaka et al., 1981). Además se pueden observar quistes macroscópicos en conjuntiva palpebral, esclerótica y mucosa vulvar, los cuales muchas veces constituyen el único signo de enfermedad. Sin embargo, un elevado porcentaje de animales infectados no muestran signos clínicos aparentes.

No existen fármacos ni vacunas eficaces frente a la enfermedad. Por ello, las medidas de control deben basarse en la detección de animales infectados y su eliminación del rebaño. En un brote de besnoitiosis se estima que entre el 40 y 50% de los animales desarrollan signos clínicos, pudiendo haber mortalidad, mientras que el 90% desarrollan anticuerpos específicos. Por ello, es fundamental la realización de una inspección clínica completa de cada uno de los animales para detectar tanto los casos agudos como crónicos, junto con el diagnóstico serológico mediante técnicas ELISA de todos los animales mayores de seis meses, con el objetivo de detectar los animales con infecciones sub-clínicas. Las medidas de control se basarán, por tanto, en el diagnóstico previo y sacrifico de animales infectados, siendo especialmente drásticas y rigurosas ante un brote epidémico de besnoitiosis con el objetivo de, por un lado, evitar la instauración de la enfermedad en una nueva zona y, por otro, de evitar su diseminación a zonas libres, basándonos en los resultados obtenidos en este trabajo. El objetivo del presente estudio fue estudiar la evolución de un brote de besnoitiosis bovina en una región libre de la enfermedad a lo largo de un periodo de tiempo de 5 años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Antecedentes del brote de besnoitiosis

En el año 2005 se realizó la primera descripción de besnoitiosis bovina en la zona norte de la provincia de Guadalajara (Fernández-García et al., aceptado). El brote tuvo lugar en varias explotaciones (10 en total implicando a 362 animales mayores de 1 año, de los cuales tres murieron), que compartían pastos comunales durante la época estival. Tras la realización de un diagnóstico clínico y serológico se comprobó que la mayoría de los animales fueron seropositivos (92,8%), y un 48% manifestó algún signo clínico asociado a la infección. Los signos clínicos que se observaron fueron: edema en la papada y en las extremidades, alteraciones de la piel incluyendo hiperqueratosis, oscurecimiento, alopecia y grietas en patas y pezones, así como cojera y pérdida de la condición corporal en los casos graves. En los machos se encontró además orquitis. En la mayoría de los animales que mostraron algún signo clínico pudieron observarse los característicos quistes macroscópicos en la conjuntiva esclerótica y parpebral. Además se observó la existencia de asociación positiva entre la edad y la presencia de signos clínicos o la seropositividad.

Seguimiento del brote: examen clínico y recogida de muestras y datos

En el año 2009 se procedió de nuevo a realizar un examen clínico detallado de 414 animales mayores de un año y pertenecientes a las 7 explotaciones existentes en la zona. Así mismo, de todos los animales se obtuvieron muestras de sangre y se recopilaron los siguientes datos: raza (85,7% de raza mestiza y el 14,3% de razas Limusina, Charolesa, Avileña Negra Ibérica, Asturiana de los Valles y Fleckvieh), edad, sexo (9 machos y 405 hembras) y explotación.

Técnicas analíticas utilizadas

El diagnóstico serológico se realizó utilizando un ELISA indirecto (Fernández-García et al., aceptado; Álvarez-García et al., 2009). Los resultados se expresaron como índice relativo por cien (IRPC) y se consideraron positivos aquellos sueros cuyo IRPC era ≥9. Así mismo se llevó a cabo la inspección de los quistes mediante su observación en mucosa ocular y vulvar. En aquellos sueros procedentes de animales que presentaron signos clínicos y resultado serológico por ELISA negativo se realizaron las técnicas de IFI y Western blot (Fernández-García et al., 2009) con el fin de aumentar la sensibilidad de la prueba ELISA.

Análisis estadístico

La seroprevalencia individual se calculó como el porcentaje de animales seropositivos respecto del total de los animales evaluados. La estimación del número de animales con signos clínicos se realizó considerando positivos aquellos animales que al menos mostraron uno de los signos clínicos característicos de la enfermedad. Las diferencias en el porcentaje de animales positivos por ELISA y de animales con signos clínicos en los diferentes grupos de edad se evaluaron mediante la prueba estadística Chi-cuadrado (χ^2).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los signos clínicos observados durante el muestreo realizado en el año 2009 consistieron en escleroderma e hiperqueratosis (0,4%; 2/414), presencia de grietas en pezones (1,9%; 8/414) y presencia de quistes en conjuntiva ocular y mucosa vulvar (18,8%; 78/414). El 83% de los animales no mostraron sintomatología y no se observó ningún caso de besnoitiosis aguda.

El 63,7% de los individuos presentaron anticuerpos específicos anti-*B. besnoiti* mediante la prueba ELISA y el 49% del total de animales presentó infección subclínica. Díez individuos de los 150 seronegativos mediante ELISA e IFI mostraron quistes en conjuntiva ocular. Sin embargo, cuando estos sueros se analizaron mediante la prueba de western blot 5 de ellos resultaron ser seropositivos.

En cuanto a la edad, la población se dividió en 3 grupos de edad: de 1 a 3 años (59 animales), 3 a 7 años (111) y > 7 años (238). Los porcentajes de animales positivos por ELISA y con signos clínicos se incrementaron de nuevo con la edad de forma estadísticamente significativa (P< 0.05) (Fig. 1). En relación a los animales eliminados del rebaño entre el 2005 y el 2009 el 93,8% fueron seropositivos mientras que el 54% de los individuos mostraron signos clínicos (Tabla 1A). En cuanto a la incidencia, el 50,9% de los animales introducidos en este periodo fueron seropositivos mientras que sólo el 14,4% mostró algún signo clínico (Tabla 1B).

Los resultados obtenidos demuestran como en una zona epidémica de besnoitiosis se está instaurando de forma permanente la infección cuando no se lleva a cabo un programa de control específico frente a esta enfermedad a pesar de haber eliminado un gran número de animales infectados, ya que los niveles de seroprevalencia detectados en el año 2009 se asemejan a la situación que se da en zonas tradicionalmente endémicas donde aproximadamente un 40-50% de los animales son seropositivos y menos del 20% desarrolla signos clínicos (Zacarias 2009). Por otra parte, los signos clínicos detectados fueron menos graves en todos los casos indicativos de una infección crónica y con ausencia de mortalidad. Los elevados niveles de seroprevalencia detectados en los animales incorporados a los rebaños junto con un aumento de la seroprevalencia con la edad indican el mantenimiento de la transmisión horizontal por contacto entre animales infectados y no infectados.

CONCLUSIONES

Las medidas de control deben basarse en la eliminación de animales infectados. Por tanto, es fundamental el empleo conjunto del diagnóstico clínico y serológico, ya que el porcentaje de infecciones subclínicas es muy elevado y hay un bajo número de animales infectados con signos clínicos que son seronegativos. Estas medidas de control deben ser especialmente rigurosas ante un brote epidémico de besnoitiosis en el cual la actuación del veterinario debe ir encaminada a: i) identificar animales infectados y no infectados; ii) reducir la prevalencia e incidencia de la infección mediante medidas de manejo y reposición; iii) evitar su diseminación a zonas libres. Para ello, una posible estrategia conservadora consiste en la eliminación paulatina de casos crónicos con quistes macroscópicos eliminando prioritariamente a los machos infectados (incluso los seropositivos sin signos clínicos) y gradualmente a las reproductoras con signos clínicos. En el caso de las reproductoras restantes con anticuerpos específicos y posibles casos agudos o crónicos en los que no se detecten quistes, y que podrían actuar como reservorios de la infección, se monitorizará la evolución clínica y serológica de la misma transcurrido un mes y luego periódicamente. Finalmente, todas estas medidas irán acompañadas de una reposición con animales no infectados mediante diagnóstico clínico y serológico. En estos casos, se comprobará la ausencia de anticuerpos específicos mediante la prueba ELISA y, en caso de resultado negativo, a posteriori mediante la técnica confirmatoria de western blot.

Figura 1: Distribución por edades del porcentaje de bovinos positivos por ELISA y del porcentaje de bovinos con signos clínicos en el año 2009.

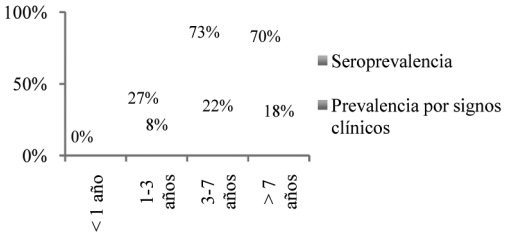


Tabla 1: Resultados de serología y signos clínicos en los animales eliminados (A) y en los animales introducidos en los rebaños (B) durante el periodo 2005-2009.

A

	ELISA		
Signos clínicos	Positivo	Negativo	Total
Positivo	99	7	106
Negativo	85	5	90
Total	184	12	196

B

	ELISA		
Signos clínicos	Positivo	Negativo	Total
Positivo	26	5	31
Negativo	83	100	183
Total	109	105	214

AGRADECIMIENTOS
Queremos agradecer a Adriana Aguado, Vanesa Navarro y Laura Hinojal su excelente apoyo técnico.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez-García, G., Fernandez-García, A., Aguado-Martínez, A., Schares, G., Basso, W., Gollnick, N.S., Ortega-Mora, L.M. 2009. Serological diagnosis of bovine besnoitiosis: development of an indirect –ELISA and a comparative study with a commercial ELISA. In: 22st International Conference WAAVP, Calgary (Canada), 11.

Bigalke, R.D. 1968. New conception of the epidemiological features of bovine besnoitiosis as determined by laboratory investigations. Onderstepoort J. Vet. Res. 35, 138.

Bourdeau, P.J., Cesbron, N., Alexandre, F., Marchand, A.M., Desvaux, J.P., Douart, A. 2004. Outbreak of bovine besnoitiosis, *Besnoitia besnoiti* in the west of France and its diagnosis by immunofluorescence assay. In: Proceedings of the 23rd World Buiatrics Congress, Quebec, Canada, July 11-16, 35-36.

Castillo, J.A., Marcén, J.M., Ortega-Mora, L.M., Alvarez-Garcia, G. 2009. La besnoitiosis bovina,

presentada como una enfermedad emergente europea. Albeitar 127, 24-25.

Cortes, H.C., Reis, Y., Waap, H., Vidal, R., Soares, H., Marques, I., Pereira da Fonseca, I., Ranzendeiro, I., Ferreira, M.L., Caeiro, V., Shkap, V., Hemphill, A., Leitao, A. 2006. Isolation of *Besnoitia besnoiti* from infected cattle in Portugal. Vet. Parasitol. 141, 226-233.

Fernández-García, A., Alvarez-García G., Risco-Castillo, V., Aguado-Martínez, A., Marugán-Hernández V., Ortega-Mora L.M. 2009. Pattern of recognition of *Besnoitia besnoiti* tachyzoite and bradyzoite antigens by naturally infected cattle. Vet. Parasitol. 164, 104-110.

Fernández-García, A., Alvarez-García, G., Risco-Castillo, V., Aguado-Martínez, A., Marcen, J.M., Rojo-Montejo, S., Castillo, J.A., Ortega-Mora, L.M. 2009. Development and use of an indirect ELISA in an outbreak of bovine besnoitiosis in Spain. Vet. Rec. acepted.

Gottstein, B., Jaquiet, F., Schares, G., Cortes, H., Ortega-Mora, L.M. 2009. Symposium on bovine Besnoitiosis. In: 22st International Conference WAAVP, Calgary (Canada), 38.

Juste, R.A., Cuervo, L.A., Marco, J.C., Oregui, L.M., 1990. La besnoitiosis bovina: ¿ desconocida en España? Med. Vet 7 (11), 613-618.

Kumi-Diaka, J., Wilson, S., Sanusi, A., Njoku, C.E., Osori, D.I. 1981. Bovine besnoitiosis and its effect on the male reproductive system. Theriogenology 16 (5), 523-530.

Rostaher, A., Mueller, R.S., Majzoub, M., Schares, G., Gollnick, N.S. submitted for publication. Bovine besnoitiosis in Germany. Vet. Dermatol.

Zacarias, J.A. 2009. Epidemiología (seroprevalencia y vectores) de la Besnoitiosis bovina de las Sierras de Urbasa y Andía. Tesis doctoral . Universidad de Zaragoza.

EVOLUCIÓN DE UN BROTE DE ABORTOS EPIDÉMICO ASOCIADO A LA INFECCIÓN POR NEOSPORA CANINUM MEDIANTE EL ESTUDIO DE PARÁMETROS SEROLÓGICOS Y REPRODUCTIVOS

ROJO-MONTEJO, S., ÁLVAREZ-GARCÍA, G., RODRIGO-MARTÍN, P., RUIZ-CASTILLO, J.L., DOMÍNGUEZ-GUTIÉRREZ, J., NAVARRO-LOZANO, V., ORTEGA-MORA, L.M.*

** LUIS MIGUEL ORTEGA MORA. GRUPO SALUVET, DEPARTAMENTO DE SANIDAD ANIMAL, FACULTAD DE VETERINARIA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, CIUDAD UNIVERSITARIA S/N, 28040-MADRID, SPAIN.*
TEL.: +34-913944069; FAX: +34-913944098. CORREO ELECTRÓNICO: luis.ortega@vet.ucm.es

La transmisión transplacentaria de *Neospora caninum* que se da tras una primo-infección por el consumo de ooquistes eliminados por el perro (transmisión horizontal) se denomina transmisión transplacentaria exógena (TTEx) y se asocia, fundamentalmente, a un patrón epidémico de abortos. Sin embargo, en la actualidad existe controversia acerca de las repercusiones a nivel reproductivo de la TTEx en sucesivas gestaciones. Por ello, se realizó un seguimiento de una explotación bovina lechera sin historial previo de fallo reproductivo, tras un brote epidémico de abortos asociado a la infección por *N. caninum,* mediante parámetros serológicos y reproductivos. Los resultados obtenidos indican que la infección por *N. caninum* adquirida por vía horizontal se transmite por vía transplacentaria (TTEx) de forma menos eficaz que la transmisión transplacentaria endógena (TTEn) e incluso podría originar infecciones transitorias en algunos animales. Estos resultados, por tanto, tienen importantes repercusiones en el control.

Introducción

La neosporosis bovina se considera una de las principales causas de fallo reproductivo en el ganado bovino (Dubey et al., 2007). La transmisión transplacentaria (TT) es la vía de transmisión del parásito que predomina en las granjas y puede originar aborto ó nacimiento de terneros congénitamente infectados. La TT puede ser endógena (TTEn) o exógena (TTEx) (Trees and Williams, 2005). La TTEn ocurre tras la recrudescencia de una infección crónica previa en la hembra durante la gestación y se asocia a un patrón endémico de aborto. Por su parte, la TTEx tiene lugar tras una primoinfección como consecuencia del consumo de ooquistes eliminados por el perro (transmisión horizontal) y está asociada a un patrón epidémico de aborto. Se han descrito varios casos de granjas con infecciones postnatales asociadas a brotes epidémicos de aborto en diversos países (McAllister et al., 1996; Dijkstra et al., 2001; Schares et al., 2002). En España, donde se ha descrito con mayor frecuencia la neosporosis endémica probablemente asociada a una TTEn (Nogareda et al., 2007; González-Warleta et al., 2008), recientemente también se ha demostrado la existencia de TTEx asociada a un patrón epidémico de aborto en explotaciones con o sin historial previo de neosporosis endémica (Rojo-Montejo et al., 2009). En la actualidad se desconoce si las infecciones adquiridas postnatalmente pueden cronificarse y persistir en sucesivas gestaciones, así como las repercusiones que a nivel reproductivo esto ocasionaría. Por ello, el objetivo del presente estudio fue investigar la evolución de una granja que presentó un brote epidémico de abortos mediante el estudio de parámetros serológicos y reproductivos.

Materiales y métodos

Granja seleccionada y muestras analizadas

Se realizó el seguimiento serológico y reproductivo de una explotación bovina lechera, con un total de 1300 animales y una media de 650 hembras en lactación, sin historial previo de neosporosis, tras un brote epidémico de abortos asociado a una infección por *N. caninum* adquirida por vía horizontal (Rojo-Montejo et al., 2009).

Se realizaron tres muestreos de toda la granja tras el brote de abortos a lo largo de un año. En cada muestreo se recogieron muestras de sangre para el análisis de la presencia de anticuerpos anti-*N. caninum* y se recopilaron los datos de identificación, reproductivos y genealógicos de cada uno de los animales mediante el programa informático de gestión DairyFlex®.

Técnicas analíticas empleadas

El análisis serológico se llevó a cabo mediante la prueba ELISA indirecto de *N. caninum* para la detección de anticuerpos específicos frente a *N. caninum* que permite discriminar animales infectados de no infectados (Álvarez-García y col., 2003). Los resultados de la prueba se expresaron en Índice Relativo × 100 (IRPC). Los valores de IRPC se distribuyeron según los siguientes rangos: negativo (IRPC<6,0), dudoso (IRPC=6,0-8,2), positivo bajo (IRPC=8,2-20), positivo intermedio (IRPC=20-50) y positivo alto (IRPC>50). El suero de los animales seropositivos se analizó mediante una técnica de ELISA de avidez para determinar la afinidad de los anticuerpos anti-*N. caninum* (Aguado-Martínez y col., 2005). Los valores de avidez alta son indicativos de una infección crónica, mientras que valores de avidez baja aparecen en infecciones recientes, generalmente asociados a una infección postnatal.

Parámetros estudiados

Con el fin de determinar la relación existente entre la infección por *N. caninum* y sus principales consecuencias reproductivas (aborto y transmisión transplacentaria), se evaluó la asociación entre seropositividad-aborto y la relación del estado serológico madre-hija. Asimismo se evaluaron los siguientes parámetros en cada muestreo: seroprevalencia intra-rebaño, distribución de los animales en diferentes grupos según los niveles detectados de anticuerpos y distribución de los animales seropositivos según la presencia de anticuerpos de baja, intermedia y alta avidez. El análisis estadístico de la asociación seropositividad-aborto, la asociación del estado serológico de las hembras y su descendencia y las diferencias en el porcentaje de animales positivos por ELISA entre los tres muestreos se llevó a cabo mediante la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2). Para ello, se empleó el programa GraphPad Prism, version 5.00. El nivel de significación empleado fue del 5% (P<0,05).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que la consecuencia reproductiva más grave asociada a la infección por *N. caninum,* adquirida por vía horizontal, fue el brote epidémico de abortos, como se ha descrito previamente en otros estudios (Sager et al., 2005; Schares et al., 2002), ya que tras el brote de abortos se observó una disminución significativa de los problemas reproductivos asociados a la infección. Los resultados más relevantes fueron los siguientes:

i) no se detectó asociación seropositividad-aborto a lo largo del estudio (P=0,1548; χ^2), contrariamente a lo que había ocurrido durante el brote de abortos (P<0,0001; χ^2);

i) se observó un descenso de abortos en animales seropositivos, pasando del 90,9 % al 36,65% entre el primer y segundo muestreo y al 15,79% entre el segundo y el tercer muestreo (P<0,05, χ^2);

ii) se observó una baja transmisión de la infección de hembras seropositivas a su descendencia (28,57%);

iii) el 30,8% hembras infectadas por vía horizontal transmitieron la infección a su descendencia.

Esto datos podrían indicar que la infección adquirida postnatalmente se transmite por vía transplacentaria de forma menos eficaz que la infección adquirida mediante TTEn, tal y como ha sugerido Dijkstra et al., (2008), ya que en granjas con neosporosis endémica se han descrito tasas de TTEn de al menos el 48% y hasta más del 95% (Pereira-Bueno et al., 2000; Davison et al., 1999).

Por otro lado, los datos obtenidos tras el seguimiento serológico podrían indicar un carácter transitorio de la infección en algunos animales, basándonos en que:

i) se observó un descenso en la prevalencia a lo largo del tiempo (16,9% en el muestreo 1, 14,5% en el muestreo 2 y 12% en el muestreo 3; P=0,0013, χ^2);

i) la mayoría de los animales seropositivos tuvieron niveles bajos de anticuerpos (Fig. 1)

ii) la proporción de animales seropositivos con anticuerpos de baja avidez aún fue relativamente elevada en el último muestreo, si bien se observó un descenso progresivo del porcentaje de estos a lo largo del estudio y un aumento del porcentaje de animales con anticuerpos de alta avidez (Fig. 2).

iii) un 10% de los animales seropositivos que presentaron anticuerpos de baja avidez al inicio del estudio siguieron presentando este tipo de anticuerpos en el último muestreo.

Figura 1. Distribución de los animales según los niveles detectados de anticuerpos anti-*N. caninum* en cada muestreo

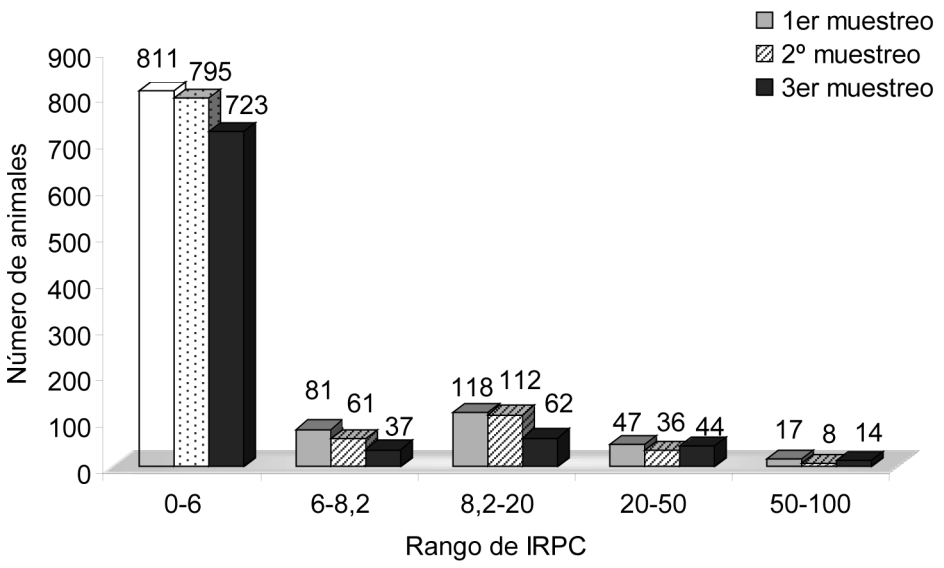
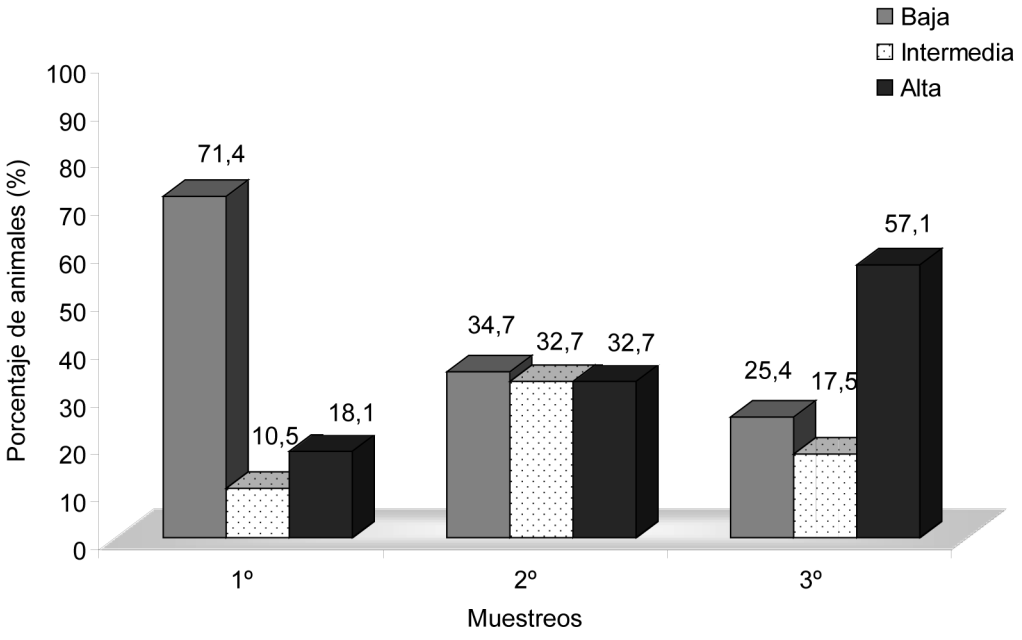


Figura 2. Porcentaje de animales seropositivos con presencia de anticuerpos de baja, intermedia y alta avidez en los tres momentos del estudio.



Conclusiones

Los resultados del presente estudio parecen indicar una menor eficacia de las infecciones postnatales para transmitirse y persistir en una granja. Sin embargo, no se puede descartar que la infección adquirida por esta vía se establezca de forma crónica en algún animal como indica el aumento del porcentaje de animales con alta avidez a lo largo del estudio. Esto podría tener repercusiones en las medidas de control a adoptar.

Agradecimientos
Queremos agradecer a Carmen Cuevas, Elena Jiménez y Laura Hinojal su excelente apoyo técnico.

Referencias

Aguado-Martínez A, Álvarez-García G, Arnaiz-Seco I, Innes E, Ortega-Mora LM. Use of avidity enzyme-linked immunosorbent assay and avidity Western blot to discriminate between acute and chronic *Neospora caninum* infection in cattle. J Vet Diagn Invest 2005;17(5):442-50.

Alvarez-García G, Collantes-Fernández E, Costas E, Rebordosa X, Ortega-Mora LM. Influence of age and purpose for testing on the cut-off selection of serological methods in bovine neosporosis. Vet Res 2003;34(3):341-52.

Davison HC, Otter A, Trees A. Estimation of vertical and horizontal transmission parameters of *Neospora caninum* infection in dairy cattle. Int J Parasitol 1999;29:1683-9

Dijkstra T, Barkema HW, Eysker M, Wouda W. Evidence of post-natal transmission of N*eospora caninum* in Dutch dairy herds. Int J Parasitol 2001;31(2):209-15.

Dijkstra T, Lam TJGM. Bartels CJM, Eysker M, Wouda W. Natural postnatal Neospora caninum infection in cattle can persist and lead to endogenous transplacental infection. Vet Parasitol 2008;152: 220-5.

Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora LM. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. Clin Microbiol Rev 2007; 20(2):323-67.

Gonzalez-Warleta M, Castro-Hermida JA, Carro-Corral C, Cortizo-Mella J, Mezo M. Epidemiology of neosporosis in dairy cattle in Galicia. Parasitol Res 2007;20.

McAllister MM, Huffman EM, Hietala SK, Conrad P, Anderson ML, Salman MD. Evidence suggesting a point source exposure in a outbreak of bovine abortion due to neosporosis. J Vet Diagn Invest 1996; 8: 355-7.

Nogareda C, López-Gatius F, Santolaria P, García-Ispierto I, Bech-Sabat G, Pabón M, et al. Dynamics of anti-*Neospora caninum* antibodies during gestation in chronically infected dairy cows. Vet Parasitol 2007;148(3-4):193-9.

Pereira-Bueno J, Quintanilla-Gozalo A, Seijas-Carballedo, Costas E, Ortega-Mora LM. Observational studies in *Neospora caninum* infected dairy cattle: pattern of transmission and age-related antibody fluctuations. En: Hemphill A, Gottstein B. A European perspective on *Neospora caninum*. Int J Parasitol 2000; 30 (8): 877-924.

Rojo-Montejo S, Álvarez-García G, Zabala-Martínez J, Vázquez-Moreno E, Collantes-Fernández E, Loste-Montoya JM et al. Relevancia de la transmisión horizontal de *neospora caninum* en rebaños bovinos españoles. En: Libro de Ponencias: XIV Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina; 2009.p. 197-200.

Sager H, Hussy D, Kuffer A, Schreve F, Gottstein B. [First documentation of a neospora-induced "abortion storm" (exogenous transplacental transmission of neospora caninum) in a Swiss dairy farm]. Schweiz Arch Tierheilkd 2005; 147(3):113-20.

Schares G, Barwald A, Staubach C, Sondgen P, Rauser M, Schroder R, et al. p38-avidity-ELISA: examination of herds experiencing epidemic or endemic *Neospora caninum*-associated bovine abortion. Vet Parasitol 2002; 106(4):293-305.

Trees AJ, Williams DJL. Endogenous and exogenous transplacental infection in Neospora caninum and Toxoplasma gondii. Trends Parasitol 2005; 21(12):558-61.

SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LA TRICOMONOSIS Y CAMPILOBACTERIOSIS GENITAL BOVINA EN SEMENTALES DE GRANJAS SELECCIONADAS AL AZAR Y CON FALLO REPRODUCTIVO TEMPRANO

ROJO-MONTEJO, S., GARCÍA-PEÑA, F.J., MENDOZA-IBARRA, J.A., PEDRAZA-DÍAZ, S., NAVARRO-LOZANO, V., SERRANO-GARCÍA, T., GARCÍA-BAZ, S., SAN MIGUEL, J.M., OSORO, K., ORTEGA-MORA, L.M., COLLANTES-FERNÁNDEZ E*.

**ESTHER COLLANTES FERNÁNDEZ. GRUPO SALUVET, DEPARTAMENTO DE SANIDAD ANIMAL, FACULTAD DE VETERINARIA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, CIUDAD UNIVERSITARIA S/N, 28040-MADRID, SPAIN. TEL.: +34-913944095; FAX: +34-913944098. CORREO ELECTRÓNICO: esthercf@vet.ucm.es*

Resumen

La tricomonosis y la campilobacteriosis genital bovina son dos enfermedades de transmisión sexual consideradas como causa importante de fallo reproductivo temprano y endémicas en las áreas de cría de ganado bovino en régimen extensivo. En este sistema, el uso de la monta natural y de pastos comunales son prácticas de manejo habituales, por lo que en numerosas zonas de nuestra geografía encontramos todos los requisitos para el mantenimiento de estas dos enfermedades. En el presente estudio se investigó: i) la prevalencia, incidencia y factores de riesgo de estas enfermedades en sementales bovinos seleccionados al azar en dos razas representativas de la cría en zonas de montaña: Asturiana de la Montaña (AM) y Asturiana de los Valles (AV); y ii) la prevalencia en animales pertenecientes a explotaciones con fallo reproductivo temprano, principalmente en zonas de dehesa del suroeste peninsular. En la raza AM, se inició el estudio en el 2008, observándose valores de prevalencia individual de la infección por *Trichomonas foetus* del 31,1% e importantes repercusiones a nivel reproductivo. Durante el año 2009, y como consecuencia de la adopción de medidas de control, la prevalencia de *T. foetus* disminuyó hasta el 12,7% ($P<0,01$, χ^2). En la raza AV la prevalencia fue significativamente inferior, detectándose sólo en el 4,4% de los animales ($P<0,0001$, χ^2). En toros de explotaciones con problemas reproductivos se detectó *T. foetus* en el 22,4% de los animales y *Campylobacter fetus* subespecie v*enerealis* en el 6,9%. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de incluir estas enfermedades en el diagnóstico rutinario en explotaciones donde se utiliza la monta natural.

Introducción

La tricomonosis y campilobacteriosis genital bovina son causas importantes de fallo reproductivo temprano en el ganado bovino. Su transmisión se produce principalmente por vía venérea, los toros se infectan durante la cubrición de vacas infectadas quedando como portadores asintomáticos y constituyendo la principal fuente de infección en los rebaños (Bondurant, 2005; Rae & Crews 2006; Givens, 2006). La transmisión de estas enfermedades se ve influenciada por determinadas prácticas de manejo en los rebaños, como la utilización de la monta natural como sistema de cubrición, el uso de sementales compartidos, pastos comunales y la ausencia de medidas de cuarentena en los animales de nueva adquisición (Rae & Crews 2006). En los rebaños infectados, la principal observación consiste en la disminución de la tasa de fertilidad, con alargamiento del período entre partos y como consecuencia la disminución del número de terneros/año (Clark et al., 1971; McCool, 1988; Bondurant 2005; Rae & Crew 2006). A nivel individual, ambas enfermedades cursan de forma asintomática en el semental. Por el contrario, en las vacas infectadas, aunque las infecciones son en la mayor parte de los casos autolimitantes, el embrión o el feto se pierden casi siempre en el primer tercio de la gestación, acompañándose de reabsorción o aborto temprano que pasa desapercibido, calificándose el animal como repetidor, infértil o no preñado (Bondurant, 2005; Givens, 2006).

La tricomonosis y la campilobacteriosis genital bovina son enfermedades endémicas en las áreas de cría de ganado bovino extensivo, como ocurre en diferentes zonas de Estados Unidos y Sudamérica. En Europa, la tricomonosis ocasionó graves

problemas durante la década de los cincuenta, pero actualmente se considera prácticamente erradicada (Sager et al., 2007). Respecto a la campilobacteriosis genital bovina, ésta ha sido descrita en países de los cinco continentes. Los datos recogidos por la OIE señalan varios casos en Europa. En Brasil y Argentina, se han descrito prevalencias cercanas al 25% y también se ha señalado su presencia en países como Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y otros países de Oceanía (revisado en Mshelia et al., 2009).

En España, son pocos los estudios realizados hasta la fecha. Con respecto a la tricomonosis, los últimos datos publicados son del año 1998 indican una prevalencia individual del 2,9% (Martín-Gómez et al., 1998). En lo referido a la campilobacteriosis genital bovina, los datos datan del 2004 (HANDISTATUS II, OIE) y citan un foco con 2 casos en nuestro país. En numerosas zonas de nuestra geografía encontramos todos los requisitos para el mantenimiento de estas dos enfermedades, como son el uso de la monta natural y de pastos comunales, sin embargo se desconoce la situación real, por lo que en el presente estudio se decidió investigar: i) la prevalencia, incidencia y factores de riesgo de estas enfermedades en sementales bovinos seleccionados al azar de dos razas representativas de la cría en zonas de montaña: Asturiana de la Montaña (AM) y Asturiana de los Valles (AV); y ii) la prevalencia en animales pertenecientes a explotaciones con fallo reproductivo temprano, principalmente en zonas de dehesa del suroeste peninsular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestreo

Se recogieron muestras de sementales procedentes de explotaciones seleccionadas al azar y con problemas de fallo reproductivo temprano de diferentes áreas geográficas españolas, realizándose dos tipos de muestreo:

Muestreo al azar de explotaciones de sistemas de cría en extensivo en zona de montaña: Entre los años 2008 y 2009, se investigó la situación de estas enfermedades en dos razas representativas del sistema de vacuno cría en las zonas de montaña, las razas Asturiana de la Montaña (AM) y Asturiana de los Valles (AV). Los requisitos de los sementales para ser incluidos en el muestreo fueron tener más de dos años, haber sido utilizados como sementales en la anterior estación reproductora y haber observado un reposo sexual de 14 días antes del muestreo. En el año 2008 se recogieron muestras de 103 sementales de la raza AM de 65 explotaciones y en el año 2009, de 110 sementales pertenecientes a 80 explotaciones, todas ellas utilizan pastos comunales con sistema de transtermitancia valle-puerto y localizadas en la zona oriental del Principado de Asturias. En el año 2009, se muestrearon 151 sementales de la raza AV de 124 explotaciones distribuidas por todo el territorio asturiano, diferenciando las explotaciones que usaban pastos comunales (sistema de transtermitancia valle-puerto) y las que no (sistema estante).

Muestreo de explotaciones con problemas de fallo reproductivo temprano: Desde el año 2002 hasta la actualidad, se han analizado muestras procedentes de rebaños con sospecha de tricomonosis y campilobacteriosis genital bovinas tras presentar aumento en el número de repeticiones de celo y disminución de la fertilidad. En total, se recogieron muestras de 174 toros de 79 explotaciones localizadas fundamentalmente en el oeste peninsular (Cáceres, Badajoz, Salamanca y Ávila), donde una parte importante del ganado es mantenido en extensivo en sistema de dehesa. Principalmente se muestrearon razas de aptitud cárnica (Charolais, Limousine, Retinta, Morucha, Negra Avileña y sus cruces) y ganado de lidia.

Recogida y análisis de las muestras

La toma de muestras, el transporte y el cultivo del agente se llevaron a cabo siguiendo procedimientos normalizados y validados (Sager et al., 2007; Wagenaar et al., 2000). Las muestras de esmegma prepucial del toro se recogieron mediante el raspado de la mucosa del pene y prepucio con un raspador de cabezal plástico. Se utilizó el medio de transporte InPouch ™ para *T. foetus* y Lander para *C. fetus* subespecie *venerealis*. Las muestras se enviaron al laboratorio en menos de 48 horas desde la recogida de la muestra hasta su análisis. La técnica de referencia para el diagnóstico de rutina de la tricomonosis bovina fue la identificación morfológica del parásito en cultivo y confirmación por PCR (Sager et al., 2007). De esta forma, las muestras cultivadas en el medio comercial InPouch ™ se incubaron a 37ºC y se examinaron diariamente hasta 7 días, utilizando un microscopio con contraste de fases, para determinar la presencia de parásitos móviles. ***Asimismo se utilizó la técnica de PCR (Felleisen et al., 1998) para descartar falsos positivos debidos a la presencia de otros tricomonánidos de origen intestinal.***

En el caso de *C. fetus* subespecie *venerealis*, las muestras se procesaron de acuerdo al protocolo de la OIE (Wagenaar et al., 2000), cultivándose en medios sólidos selectivos, tales como agar Skirrow o agar selectivo de Clark. Las placas se incubaron a 37º C en una atmósfera con un 5% de O_2, 8% de CO_2 y 87% de N_2 durante 5-7 días. La identificación del germen se realizó mediante pruebas bioquímicas y de crecimiento, así como la confirmación por PCR convencional (Hum et al., 1997) y PCR en tiempo real (McMillen et al., 2006).

Análisis estadístico
Para el análisis estadístico se aplicó la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2) o *F* de Fisher, mediante el programa GraphPad Prism, version 5.00. El nivel de significación empleado fue del 5% (*P*<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Muestreo al azar de explotaciones de sistemas de cría en extensivo en zona de montaña:
En la raza AM, se inició el estudio en el 2008, y se obtuvieron valores de prevalencia individual y de rebaño de la infección por *T. foetus* del 31,1% y 41,5%, respectivamente (Tabla 1). Cuando se analizó la edad de los animales infectados, se observó un mayor riesgo de infección en los toros mayores de 3 años (odds ratio=3,5; 1,1-11,2), siendo el 39,7% de los toros positivos mayores de 3 años y sólo el 16% menor (*P*<0,05) (Figura 1). Este resultado indicaría que la presencia de toros mayores de 3 años, aumenta el riesgo de infección en un rebaño, debido a que estos animales actuarían como portadores asintomáticos (Bondurant, 2005). Este hecho, es debido al aumento de la posibilidad de exposición y al desarrollo en los toros de más edad de criptas glandulares más profundas en la mucosa prepucial, hecho que favorece la implantación y desarrollo de estos patógenos. Se ha descrito que los toros entre 1 y 2 años de edad son más resistentes y pueden llegar a eliminar la infección (Rae & Crews, 2004).

En las explotaciones infectadas, también se observó un incremento de la repetición de celos (50% en rebaños infectados frente al 16% en los rebaños negativos) (Figura 2) y un aumento medio de 55 días en el intervalo entre partos en las explotaciones con toros positivos (479 días en los infectados frente a 424 en los negativos). Estos resultados tienen un gran impacto económico sobre la eficiencia reproductiva y productividad en los rebaños infectados, ya que podrían suponer una pérdida de unos 1,6 euros/día por animal. En estas circunstancias, se produce la imposibilidad de tener la paridera concentrada para vender los terneros al destete o cebados en los meses de mayor demanda. La reducción en el número de terneros que se obtienen en el mismo período de tiempo y en su peso final se traduciría en una disminución de los ingresos por terneros que oscilaría entre el 4,4% y el 10,2%. En modelos de simulación basados en los conocimientos que se poseen de la epidemiología del proceso, se ha estimando que en explotaciones con una prevalencia de toros infectados de entre el 20 y el 40%, como los obtenidos en AM, el número de terneros que se obtendría por año sería entre un 14,1% y un 49,7% menor al esperado (McCool et al., 1988; Rae, 1989). A estas pérdidas habría que añadirle los gastos veterinarios, de reposición de animales y las derivadas de dos situaciones epidemiológicas que agravan el proceso: la existencia potencial de vacas portadoras para la siguiente estación reproductora y el posible incremento en la prevalencia de la infección al ser adquirida por los toros no infectados.

Durante el año 2009, y como consecuencia de la adopción de medidas de control como fue la eliminación de los toros infectados, la prevalencia individual y de rebaño de *T. foetus* disminuyó significativamente con respecto al año anterior hasta el 12,72% y 17,5% (*P*<0,05), respectivamente (Tabla 1). A diferencia de lo observado en el año 2008, no se encontró un incremento significativo en la repetición de celos en los rebaños infectados con respecto a los no infectados (42,8% *vs.* 30,65) (Figura 2). Cuando comparamos la edad de los toros entre los dos años, el porcentaje de toros mayores de 3 años fue significativamente inferior que en el año 2008 (*P*<0,05) (Figura 1). Respecto a la incidencia de la tricomonosis entre los dos años de estudio, se encontró un porcentaje de aparición de nuevos casos del 7,4% (2/27). Como se ha demostrado en este estudio, la eliminación de los toros infectados es esencial como medida de control de la enfermedad. Sin embargo, la prevalencia encontrada fue todavía elevada, probablemente debido a la existencia de otros factores de riesgo, como el uso de pastos comunales con otros rebaños de estado sanitario desconocido.

En la raza AV, el estudio comenzó en 2009 y se detectó una prevalencia individual y de rebaño de infección por *T. foetus* del 3,97% y 4,42%, respectivamente. Estos valores fueron significativamente inferiores a los encontrados en AM en el año 2008 (*P*<0,001) y 2009 (*P*<0,05) (Tabla 1). Cuando se compararon explotaciones con sistema estante y transtermitante, no se observaron diferencias significativas (Tabla 1), probablemente debido a la baja prevalencia encontrada. Igual que ocurrió en la raza AM en el año 2008, cuando se comparó la edad los toros positivos el mayor porcentaje se encontró en aquellos que tenían más de 3 años (*P*<0,05) (Figura 1), indicando de nuevo que la edad es un factor de riesgo. Además, cuando comparamos la edad de la población muestreada entre AM y AV, el número de toros mayores de 3 años fue superior en la raza AM en el año 2008 (*P*<0,05; odds ratio=2; 1,1-3,8). Por la tanto, la menor prevalencia encontrada en la raza AV, probablemente es debido a que estos rebaños utilizan toros más jóvenes que en AM. El uso de toros menores de 3 años de edad es una de las mediadas usadas para el control de la tricomonosis bovina, ya que reduce la incidencia de la infección al disminuir el número de animales que actuarían como portadores asintomáticos (Rae & Crews, 2006).

En la raza AM y AV, no se detectó la presencia en cultivo de *C. fetus* subespecie *venerealis* en ninguna de las muestras analizadas.

Muestreo de explotaciones con problemas de fallo reproductivo temprano

En este estudio, se observó una prevalencia individual y de rebaño para la infección por *T. foetus* del 22,4% y 31,6%, respectivamente (Tabla 1). La presencia de *C. fetus* subspecie *venerealis* se diagnosticó en 6,9% de los sementales muestreados y en 7,6% de los rebaños (Tabla 1). Asimismo, se detectó la presencia de infección por ambos agentes en 7 de 176 sementales (4% de prevalencia individual de infección mixta) y en 4 de 80 rebaños (5% de rebaño). Cuando se compararon las prevalencias obtenidas en explotaciones seleccionadas al azar de AM y AV, con las encontradas en explotaciones de zona de dehesa con fallo reproductivo, no se observaron diferencias significativas entre aquellas poblaciones que presentaron prevalencias más altas (dehesa *vs*. AM en 2008). En ambos casos, el ganadero era consciente del impacto de los problemas reproductivos en la explotación.

Tabla 1. Prevalencia de *T. foetus* en explotaciones de sistemas de cría en extensivo seleccionadas al azar y con fallo reproductivo temprano.

	Animales positivos *T. foetus*	Rebaños positivos *T. foetus*	Animales positivos *C. fetus* subesp *venerealis*	Rebaños positivos *C. fetus* subesp *venerealis*
Explotaciones con fallo reproductivo temprano	39/174 (22,4%)	25/79 (31,6%)	12/173 (6,9%)	6/79 (7,6%)
Asturiana de la Montaña (2008)	29/103 (31,1%)	27/65 (41,5%)	0/103 (0%)	0/65 (0%)
Asturiana de la Montaña (2009)	14/110 (12,7%)	14/80 (17,5%)	0/110 (0%)	0/80 (0%)
Asturiana de los Valles (2009)	6/151 (4%)	5/113 (4,4%)	0/151 (0%)	0/113 (0%)
Sistema Estante	4/79 (5,%)	3/59 (5,1%)	0/79 (0%)	0/59 (0%)
Sistema Transtermitante	2/72 (2,8%)	2/54 (3,7%)	0/72 (0%)	0/54 (0%)

Figura 1. Distribución de la edad en los animales muestreados de explotaciones seleccionadas al azar.

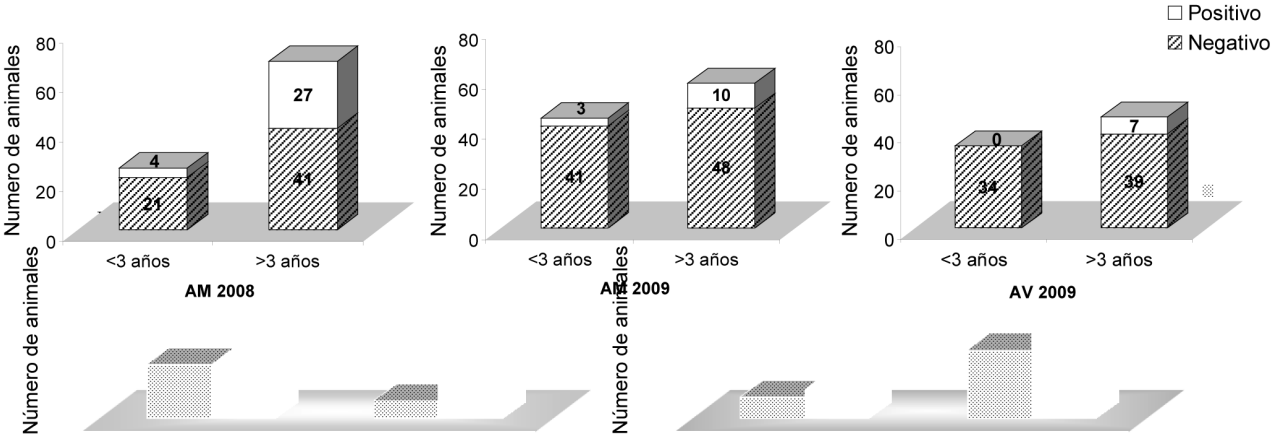


Figura 2. Repetición de celos observada en casos y controles de acuerdo a los datos recogidos mediante encuesta epidemiológica en la raza Asturiana de la Montaña en los años 2008 y 2009.

CONCLUSIONES

La tricomonosis y campilobacteriosis genital bovinas están presentes en nuestro país en los sistemas extensivos donde se utiliza la monta natural y pastos comunales, teniendo una importante repercusión en la productividad de los sistemas de cría de vacuno en extensivo. Por lo tanto, es necesario incluirlas en el diagnóstico rutinario en explotaciones donde se realiza la monta natural y con problemas reproductivos de fallo temprano, para poder tomar las medidas oportunas para el control de estos patógenos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos su incalculable contribución a estos estudios y su excelente apoyo técnico a ASEAMO-ASEAVA, en particular a Luis Echevarría, Ángel Rodríguez, Gerardo Noval, Paco Cueto, Juanín Martínez y Carlos Martínez, así como al personal del SERIDA: Jose M. Méndez, Luis Antón, Ramonín Piquero y Arsenio Álvarez. Agradecer también especialmente la colaboración de J.M. San Miguel (Pfizer), veterinarios clínicos y ganaderos. Estos estudios han sido realizados gracias a un proyecto Complutense (CCG08-UCM/AGR-4223) e INIA (RTA2009-00136-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

BonDurant R.H. 2005. Venereal diseases of cattle: natural history, diagnosis, and the role of vaccines in their control. Vet Clin N Am Food Anim Pract. 21:383–408.

Clark B.L. 1971. Review of bovine vibriosis. Aust Vet J, 47: 103-107.

Felleisen R., Lambelet N., Bachmann P., Nicolet J., Müller N., Gottstein B., 1998. Detection of *Tritrichomonas foetus* by PCR and DNA enzyme immunoassay based on rRNA gene unit sequences. J. Clin. Microbiol. 36, 513-519.

Givens M.D. 2006. A clinical, evidence-based approach to infectious causes of infertility in beef cattle.Theriogenology. 66:648-54.

Hum S., Quinn K., Brunner J., On S.L.W. 1997. Evaluation of a PCR assay for identification and differentiation of *Campylobacter fetus* subspecies. Australian Veterinary Journal.75, 827–30.

Martín-Gómez S., González-Paniello R., Pereira-Bueno J., Ortega-Mora L.M., 1998. Prevalence of *Tritrichomonas foetus* infection in beef bulls in northwestern Spain. Vet. Parasitol. 75, 265-268.

McMillen, L. Fordyce G, Doogan VJ, Lew AE. 2006. Comparison of Culture and a Novel 5' Taq Nuclease Assay for Direct Detection of *Campylobacter fetus* subsp *venerealis* in Clinical Specimens from Cattle. Journal of Clinical Microbiology, 44(3): 938-945.

Mccool C.J., Townsend M.P, Wolfe S.G, Simpson M.A, et al., 1988. Prevalence of bovine venereal disease in the Victoria River District of the Northern territory: likely economic effects and practicable control measures. Aust Vet J. 65 (5): 153-156.

Mshelia G.D., Amin J.D., Woldehiwet Z., Murray R.D., Egwu G.O. 2009. Epidemiology of Bovine Venereal Campylobacteriosis: Geographic distribution and recent advances in Molecular dignostic techniques. Reprod. Dom. Anim doi: 10.1111/j.1439-0531.2009.01546.x

Rae, D.O., 1989. Impact of trichomoniasis on the cow-calf producer's profitability. J. Am. Vet. Med. Assoc. 194, 771–775.

Rae, D.O., Crews, J.E. 2006. *Tritrichomonas foetus*. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 22, 595–611.

Sager H., Ferre I., Henning K., Ortega-Mora L.M. Tritrichomonosis. 2007. En: Protozoal abortion in farm ruminants: guidelines for diagnosis and control. Editores: L.M. Ortega-Mora, B. Gottstein, F.J. Conraths, D. Buxton. Ed. CAB International. Oxfordshire, Reino Unido. 235-265.

Wagenaar, J.A., van Bergen, M.A. 2000. Bovine genital campilobacteriosis. OIE Manual of diagnostic tests and vaccines. Chapter 2.3.2: 346-358

ESTUDIO DE LA RESPUESTA SISTÉMICA, E INDUCCIÓN DE ANTICUERPOS ESPECÍFICOS DE DOS TIPOS DE VACUNAS POLICLOSTRIDIALES APLICADAS EN UN PROGRAMA DE ENTRADA EN GANADO BOVINO DE CEBO.

DR. MANUEL CERVIÑO LÓPEZ [1], DRA. SUSANA ASTIZ BLANCO[2], DR. ANTONIO RODRÍGUEZ BERTOS [3], DR, FERNANDO FARIÑAS GUERRERO[4], D. ENRIQUE CALVO LÓPEZ-GUERRERO[1], DÑA. LAURA ELVIRA PARTIDA.[5] , D. REGINO VILLARROEL NERI[6] Y DR. JUAN V. GONZÁLEZ-MARTÍN[3][5]

[1] INTERVET / SCHERING PLOUGH A.H., SPAIN. MANUEL.CERVINO@SP.INTERVET.COM / [2] INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN YTTECNOLOGÍA AGRARIA (I.N.I.A.) / [3] DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL. FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. / [4] INSTITUTO DE PATOLOGÍA Y ENFERMEDADES INFECCIOSAS. (I.A.M.A.) / [5] TRIALVET, S.L./ [6] UNIVERSIDAD DEL ZULIA. VENEZUELA.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades clostridiales poseen gran relevancia en ganado vacuno (Radostitis y col., 2007). La inmunización frente a estos procesos se perfila como la única manera eficaz de luchar frente a ellos (Songer, 1997; Rood y col., 1997)

Numerosos antecedentes indican que como consecuencia de la vacunación frente a procesos policlostridiales se desarrollan en los animales reacciones sistémicas, como la hipertermia, que provocan por parte de los técnicos y productores numerosos reparos a su utilización (Troxel y col., 2001; Batista, 2002)

El presente trabajo tiene como objetivo comparar el grado de hipertermia postvacunal, la respuesta inmunológica humoral específica y el efecto sobre la ganancia de peso de dos tipos de vacunas policlostridiales aplicadas en un programa de entrada en ganado bovino de cebo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio realizado fue de tipo experimental, aplicativo, con un diseño "doble ciego". Los terneros fueron asignados de manera aleatoria estratificada, en base al peso y raza (versión 14.0 de SPSS), en tres grupos: Grupo "A" que recibió dos dosis separadas 30 días de un vacuna policlostridial de 8 valencias adyuvantada con hidróxido de aluminio[a], Grupo "B" que recibió igualmente dos dosis separadas 30 días de una vacuna policlostridial de 10 valencias, adyuvantada con Alumbre de aluminio[b] y Grupo "C" o grupo testigo que recibió dos dosis de suero fisiológico separadas 30 días. Se trabajó con 51 hembras de cruce industrial de las razas Charolais y Limousine, clínicamente sanas, con temperatura rectal $\leq$ 39,4ºC., no tratadas frente a ningún proceso infeccioso al menos 25 días antes de su llegada a la explotación, y en ningún caso vacunados previamente frente a ningún proceso vírico o bacteriano, incluyendo clostridiosis.

Se realizaron mediciones diarias de la temperatura rectal, desde un día antes de la aplicación de cada dosis de la vacuna hasta cinco días después de las mismas. Se realizaron tomas de suero, antes de la aplicación de la primera dosis vacunal y 15 días después de la aplicación de la segunda dosis, para determinar las inmunoglobulinas séricas antitoxinas para cada una de las valencias en cada vacuna (Test de neutralización de toxinas, método ELISA indirecto y test de inhibición de la hemólisis). Los animales fueron pesados de manera individual tanto al comienzo del estudio como a la finalización del mismo,

RESULTADOS

Los grupos vacunados experimentaron un incremento significativo de temperatura (p=0,0001), con respecto al grupo no vacunado. Tras la primera dosis vacunal, el grupo "B" experimentó un superior incremento de temperatura en el día 2 tras la aplicación (39,6ºC) con relación a los grupos "A" y "C" (39,1ºC) (p=0,002). Tras la segunda dosis vacunal, los grupos "A" (39,6ºC) y "B" (39,5ºC) experimentaron un incremento mayor en la temperatura con respecto al grupo "C" (38,9ºC) (p=0,041), al día siguiente de la vacunación (Gráfico 2).

Gráfico 1

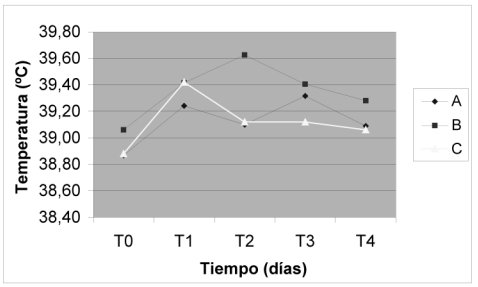
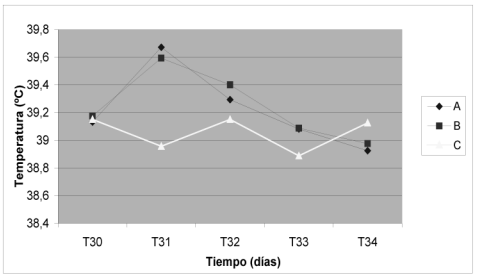


Gráfico 2



No hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto a los pesos entre los grupos del estudio, aunque si se manifestó una tendencia que indica que los grupos vacunados obtuvieron una mayor GMD, que el grupo no vacunado.

La respuesta serológica fue siempre muy superior en el grupo "B" con respecto al grupo "A" para todos los antígenos comunes estudiados. No hubo reacción en el Grupo A para ninguno de los antígenos no presentes en esa vacuna, mientras que si la hubo en el grupo B, donde si estaban presentes. Como era de esperar, el grupo C, no vacunado, no mostró ninguna reacción serológica significativa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La diferencia entre las dos vacunas utilizadas estriba en dos puntos fundamentalmente: el tipo de adyuvante (hidróxido de aluminio para el grupo "A" y alumbre en el grupo "B") y la concentración de antígeno, superior en el grupo "B" con respecto al "A". Esto podría justificar las diferencias significativas encontradas ($p \leq 0,05$), que asignan al grupo "B" una mayor reactividad sistémica (pirexia), paralelamente a una mejor respuesta serológica específica. La mejor respuesta inmunológica medida como nivel de anticuerpos específicos, se relaciona positivamente con un mayor incremento de temperatura rectal, lo que está en línea con los resultados obtenidos en estudios similares (Troxel y col, 2001; Lewis, 2003).

a: Miloxam®. Merial Laboratoroios, S.A. b: Polibascol®-10. Intervet/Schering-Plough A.H

BIBLIOGRAFÍA

1. Batista Duharte, A. Conexiones Neuroendocrino-inmunológicas. *Rev Mex Patol Clin*. 2002; 49 (2): 85-91.
2. Lewis CJ. Informe del experto sobre seguridad del producto. ref AEM 1587 ESP. DSHP. MRCVS. *Aulem*. 2003.
3. Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. *Veterinary Medicine*. 10th Ed. Mc.Graw Hill. 2007: 2155 p.
4. Rood, J; Mcclane B. A; Songer, J. G; Titball, R. W. *The Clostridia: molecular biology and pathogenesis.* Lawrence G. W. Academic Press, San Diego. 1997: 533 p.
5. Songer JG. Molecular and immunological methods for the diagnosis of clostridial diseases. En ROOD, J; MCCLANE, B.A; SONGER J.G; TITBALL R. W. (ed.). *The Clostridia: molecular biology and pathogenesis.* San Diego: Academic Press. Ltd. 1997: 153-503.
6. Troxel TR, Gadberry MS,;Wallace WT,;Kreider DL, Shockey JD, Colburn EA, Widel P, Nicholson I. Clostridial antibody response from injection-site lesion in beef catlle, long-term response to single or multiple doses, and response in newborn beef calves. *Journal of Animal Science.* 2001; 79 (10): 2558.

ESTUDIO DE LA RESPUESTA LOCAL, E INDUCCIÓN DE ANTICUERPOS ESPECÍFICOS DE DOS TIPOS DE VACUNAS POLICLOSTRIDIALES APLICADAS EN UN PROGRAMA DE ENTRADA EN GANADO BOVINO DE CEBO.

DR. MANUEL CERVIÑO LÓPEZ [1], DRA. SUSANA ASTIZ BLANCO[2], DR. ANTONIO RODRÍGUEZ BERTOS [3], DR, FERNANDO FARIÑAS GUERRERO [4], D. ENRIQUE CALVO LÓPEZ-GUERRERO[1], DÑA. LAURA ELVIRA PARTIDA.[5] , D. REGINO VILLARROEL NERI[6] Y DR. JUAN V. GONZÁLEZ-MARTÍN[3][5]

[1] INTERVET / SCHERING PLOUGH A.H., SPAIN. MANUEL.CERVINO@SP.INTERVET.COM / [2] INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN YTTECNOLOGÍA AGRARIA (I.N.I.A.) / [3] DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL. FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. / [4] INSTITUTO DE PATOLOGÍA Y ENFERMEDADES INFECCIOSAS. (I.A.M.A.) / [5] TRIALVET, S.L./ [6] UNIVERSIDAD DEL ZULIA. VENEZUELA.

INTRODUCCIÓN

Numerosos antecedentes indican que como consecuencia de la vacunación frente a los procesos policlostridiales se desarrollan en los animales ciertas reacciones a nivel local. Estas reacciones provocan numerosos reparos de cara su utilización (Ramsay y col., 2005; Radostits y col., 2007).

El presente trabajo tiene como objetivo comparar el grado de reacción local posvacunal, la respuesta inmunológica humoral específica y el efecto sobre la ganancia de peso de dos tipos de vacunas policlostridiales aplicadas en un programa de entrada en ganado bovino de cebo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio realizado fue de tipo experimental, aplicativo, con un diseño "doble ciego". Los terneros fueron asignados de manera aleatoria estratificada, en base al peso y raza (versión 14.0 de SPSS), en tres grupos: Grupo "A" que recibió dos dosis separadas 30 días de un vacuna policlostridial de ocho valencias adyuvantada con hidróxido de aluminioa, Grupo "B" que recibió igualmente dos dosis separadas 30 días de una vacuna policlostridial de 10 valencias, adyuvantada con Alumbre de aluminiob y Grupo "C" o grupo testigo que recibió dos dosis de suero fisiológico separadas 30 días. Se trabajó con 51 hembras de cruce industrial de las razas Charolais y Limousine, clínicamente sanas, con temperatura rectal < 39,4ºC, no tratadas frente a ningún proceso infeccioso al menos 25 días antes de su llegada a la explotación, y en ningún caso vacunados previamente frente a ningún proceso vírico o bacteriano, incluyendo frente a clostridiosis.

En todos los grupos se realizaron mediciones seriadas de los nódulos generados como consecuencia de la vacunación, se hicieron biopsias para el posterior estudio histopatológico y se realizaron tomas de suero, antes de la aplicación de la primera dosis vacunal y 15 días después de la aplicación de la segunda dosis para determinar las inmunoglobulinas séricas antitoxinas para cada una de las valencias en cada vacuna (Test de neutralización de toxinas, método ELISA indirecto y test de inhibición de la hemólisis). Finalmente, los animales fueron pesados de manera individual tanto al comienzo del estudio como a la finalización del mismo.

RESULTADOS

El grupo testigo, grupo "C", no desarrolló nódulos de ningún tipo. Si lo hicieron los grupos "A" y "B", tanto tras la primera dosis vacunal como tras la segunda. Los nódulos fueron en todo momento de tipo granulomatoso con abundantes macrófagos, neutrófilos y eosinófilos. Los granulomas del grupo "B", poseían gran cantidad de células gigantes multinucleadas, en tanto que no fue así en los generados en el grupo "A". Todos los nódulos fueron estériles.

El grupo "B" desarrolló nódulos de mayor tamaño, que además persistieron más en el tiempo que el grupo "A", tanto tras la primera como tras la segunda dosis vacunal (p>0,05). El momento de aparición de los nódulos no fue estadísticamente diferente entre la primera y la segunda aplicación de la vacuna, en ninguno de los grupos del estudio. Sin embargo, el tamaño de los nódulos si fue significativamente superior en la segunda dosis con respecto a la primera, para el grupo "B" (p=0,005), sin significación estadística en el grupo "A".

No hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto a los pesos entre los grupos del estudio, aun que si se manifestó una tendencia que indica que los grupos vacunados obtuvieron una mayor ganancia media diaria de peso, que el grupo no vacunado.

La respuesta serológica fue siempre muy superior en el grupo "B" con respecto al grupo "A" para todos los antígenos comunes estudiados. No hubo reacción en el Grupo A para ninguno de los antígenos no presentes en esa vacuna, mientras que si la hubo en el grupo B, donde si estaban presentes. Como era de esperar, el grupo C, no vacunado, no mostró ninguna reacción serológica significativa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La diferencia entre las dos vacunas utilizadas estriba en dos puntos fundamentalmente: el tipo de adyuvante (hidróxido de aluminio para el grupo "A" y alumbre en el grupo "B") y la concentración de antígeno, superior en el grupo "B" con respecto al "A". Esto parece justificar las diferencias significativas encontradas (p>0,05), que asignan al grupo "B" una mayor reactividad local paralelamente a una mejor respuesta serológica específica. En el presente estudio puede concluirse que, en estas condiciones de trabajo, la mejor respuesta inmunológica medida como nivel de anticuerpos específicos, se relaciona positivamente, con una mayor persistencia de los nódulos y un mayor tamaño máximo de los mismos, lo que está en línea con los resultados obtenidos en estudios previos (Troxel y col., 2001; Lewis, 2003; Ramsay y col., 2005). Posteriores estudios deben determinar el valor de la mayor presencia de células gigantes multinucleadas como índice de calidad inmunológica de los nódulos vacunales.

a: Miloxam®. Merial Laboratoroios, S.A. b: Polibascol®-10. Intervet/Schering-Plough A.H.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lewis CJ. Informe del experto sobre seguridad del producto. ref AEM 1587 ESP. DSHP. MRCVS. *Aulem*. 2003.
2. Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. *Veterinary Medicine*. 10th Ed. Mc.Graw Hill. 2007: 2155 p.
3. Ramsay JD, Williams CL, Simko E. Fatal Adverse Pulmonary Reaction in Calves after Inadvertent Intravenous Vaccination. Vet Pathol. 2005, vol 42, p. 492-495.
4. Troxel TR, Gadberry MS,;Wallace WT,;Kreider DL, Shockey JD, Colburn EA, Widel P, Nicholson I. Clostridial antibody response from injection-site lesion in beef catlle, long-term response to single or multiple doses, and response in newborn beef calves. *Journal of Animal Science.* 2001; 79 (10): 2558.

TUBERCULOSIS Y PARATUBERCULOSIS BOVINA: COMPARACIÓN DE DIVERSOS KITS COMERCIALES Y ENSAYOS LABORATORIALES.

BERMEJO, F.; CORCHERO, B.; CORTÉS, M.; ALONSO, J.M.; HERMOSO DE MENDOZA, M.; HERMOSO DE MENDOZA, J.
UNIDAD DE PATOLOGÍA INFECCIOSA Y EPIDEMIOLOGÍA. FACULTAD DE VETERINARIA. UEX
felixbmartin@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Tuberculosis (TB) es una enfermedad infecciosa que, desde hace años, es objeto de campañas de saneamiento. La erradicación de la tuberculosis en ganado bovino es el objetivo final de cualquier programa de lucha contra la enfermedad en los países desarrollados y, en la Unión Europea, constituye un prioridad esencial, tanto para la protección de la salud pública frente a esta enfermedad zoonósica como para el buen funcionamiento del mercado intracomunitario de animales vivos y sus productos, para el aumento de la productividad ganadera y, por consiguiente, para la mejora del nivel de renta de los ganaderos. Sin embargo, son bien conocidas las posibilidades de interferencia entre *Mycobacterium tuberculosis* complex, en concreto *M. bovis* (agente etiológico de la tuberculosis bovina), y otras micobacterias en la reacción de tuberculinización.

En cuanto a la Paratuberculosis (PTB), es una enfermedad emergente, mucho más frecuente de lo oficialmente admitido y de importancia creciente desde el punto de vista clínico, por su carácter consuntivo, su carencia de tratamiento y su irreversibilidad.

Ambas enfermedades comparten aspectos importantes como el grave trastorno económico por las pérdidas de producción, las bajas, la gran contagiosidad, y las dificultades que plantean su diagnóstico precoz y lucha.

OBJETIVO

El objetivo básico de nuestro estudio es realizar un diagnóstico inmunológico y molecular de tuberculosis y paratuberculosis, combinando diferentes técnicas, en rebaños bovinos en los que tenemos sospechas de presencia de estas enfermedades.

Con las técnicas aplicadas al estudio de la TB buscamos definir el procedimiento más rápido y eficaz de confirmar la presencia de *Mycobacterium tuberculosis* complex en bovinos positivos a TB en campo por la técnica de intradermorreación (IDTR) mediante técnicas moleculares, comprobar la sensibilidad del Gamma-Interferón en el diagnóstico de TB y ensayar un protocolo de ELISA elaborado por nosotros con antígenos específicos frente a *Mycobacterium tuberculosis.*

En el estudio de la PTB, además de confirmar mediante serología los animales positivos a PTB en campo por la IDTR y mediante técnicas moleculares la presencia de *Mycobacterium avium paratuberculosis*, también quisimos comprobar la sensibilidad del Gamma-Interferón en el diagnóstico de PTB y comparar los resultados de un kit comercial de diagnóstico frente a PTB con un protocolo de ELISA elaborado por nosotros con antígenos específicos frente a *Mycobacterium avium.*

MATERIAL Y MÉTODOS

➢ Sangre

El estudio serológico se realizó a partir de muestras de sangre heparinizada y de suero obtenidas de 200 bovinos.

En primera instancia la muestra de sangre fresca heparinizada de cada animal se usó para el, diagnóstico precoz de la infección mediante ELISA BOVIGAM ® (PRIONICS). Con cada muestra se realizan dos cultivos celulares, uno se estimula con PPDaviar y el otro con PPDbovina. Este kit ELISA detecta los niveles de gamma interferón que se producen, que son elevados en estadíos iniciales de infección tanto en TB como en PTB.

También obtuvimos una muestra de sangre sin anticoagulante de cada animal a partir de la cual, extraemos el suero mediante centrifugado y continuamos el estudio serológico. En este caso, realizamos el análisis con un kit comercial de diagnóstico de PTB, PARACHEK ® (PRIONICS). El resultado del PARACHEK lo comparamos con un ELISA usando como antígeno específico de *Mycobacterium avium* tuberculina PPD aviar.

Con cada suero suero se hicieron una serie de pruebas ELISA indirectas uttilizando como antígenos específicos de *Mycobacterium* bovis las proteinas recoimbinantes MPB70 y MPB83, un extracto sonicado de Mycobacterium bovis (MBSE), y tuberculina PPD bovina.

➢ Ganglios

El número total de ganglios (retrofaríngeos o mediastínicos) sobre los que trabajamos fue de 80. Éstos se usaron para el diagnóstico mucrobiológico y molecular de TB.

Estas muestras eran sometidas a una bacterioscopia con tinción de Ziehl-Nielsen para detección de micobacterias mediante examen microscópico.

Para desarrollar el protocolo de cultivo de muestras, previamente descontaminamos las muestras para evitar crecimientos indeseables en el medio y, para ello, utilizamos el método del cloruro de hexadecilpiridinio (HDPC) (Corner y cols.). Posteriormente a esta descontaminación, centrifugamos los tubos y del sedimento resultante realizamos una siembra por duplicado en medio de cultivo Lowenstein-Jensen con Piruvato (Pronadisa, España). Estos tubos de cultivo fueron revisados periódicamente durante 12 semanas. La confirmación molecular de los cultivos se llevó a cabo mediante una PCR convencional para identificar el *Mycobacterium tuberculosis Complex* (MTBC).

A partir de las muestras de ganglios e intentando acortar el proceso de confirmación molecular de TB desarrollamos una técnica de PCR en Tiempo Real. Para ello, realizamos una previa extracción de ADN de micobacterias de estas muestras La detección del ADN de *M. bovis* fue llevada a cabo utilizando el Real Time 7.300 Sequence Detection System (Applied Biosystems, Foster City, USA), usando primers y sondas específicos para esta detección (Appied Biosystems, Foster City, USA),

➢ Heces

Las muestras de heces se utilizaron para el diagnóstico de PTB. Para ello recogimos muestras de 200 animales.

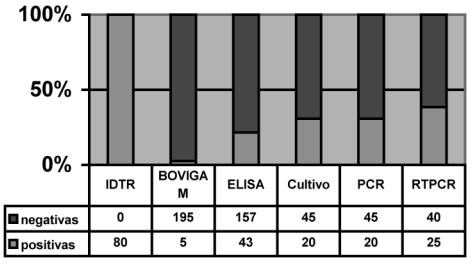
El protocolo de diagnóstico fue similar al aplicado sobre las muestras de ganglios. Realizamos una descontaminación previa de las muestras y posteriormente centrifugamos los tubos y, con el sedimento resultante, realizamos una siembra en medio de cultivo Lowenstein-Jensen con Micobactina J y en medio de cultivo Middlebrook 7H11 (BIOMEDICS S.L., España).

También desarrollamos una técnica de PCR en Tiempo Real de Paratuberculosis. Para ello, realizamos una extracción previa de ADN de estas muestras. La detección del ADN de *M. avium paratuberculosis* fue llevada a cabo utilizando el Real Time 7.300 Sequence Detection System (Applied Biosystems, Foster City, USA).

Para esta detección usamos y comparamos dos métodos. Un método comercial de ADIAVET ® para la detección de *M. avium paratuberculosis* y otro método a partir de primers y sondas específicos para esta detección (Appied Biosystems, Foster City, USA).

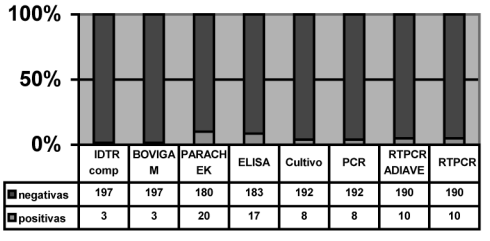
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TB



	IDTR	BOVIGAM	ELISA	Cultivo	PCR	RTPCR
negativas	0	195	157	45	45	40
positivas	80	5	43	20	20	25

PTB



	IDTR comp	BOVIGAM	PARACHEK	ELISA	Cultivo	PCR	RTPCR ADIAVE	RTPCR
negativas	197	197	180	183	192	192	190	190
positivas	3	3	20	17	8	8	10	10

Todas estas técnicas se complementan entre sí, ya que ninguna es 100% sensible ni específica.

En la técnica de IDTR existe interferencia diagnóstica con otras micobacterias distintas a la causante de bTB, lo que justifica la falta de correlación total con las técnicas diagnósticas utilizadas, y los posibles casos de animales falsos positivos a tuberculina. Detectamos la necesidad de mejorar la sensibilidad del procedimiento de cultivo.

En las pruebas serológicas no se observaron diferencias significativas entre kits comerciales y ELISA con antígenos específicos.

El protocolo de RT-PCR representa, entre todas las comparadas en este trabajo, la herramienta diagnóstica más rápida, de mejor rendimiento y de mayor facilidad de desarrollo para una detección rápida de *Mycobacterium tuberculosis* Complex y de *Mycobacterium avium paratuberculosis* directamente de muestras de tejidos y heces. En cuanto a la detección de *Mycobacterium avium paratuberculosis,* los resultados obtenidos del kit comercial y del kit elaborado con primers y sonda específicos fueron idénticos.

BIBLIOGRAFÍA

- **Clark DL Jr, Koziczkowski JJ, Radcliff RP, Carlson RA, Ellingson JL.** Detection of Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis: comparing fecal culture versus serum enzyme-linked immunosorbent assay and direct fecal polymerase chain reaction. J Dairy Sci. 2008 Jul;91(7):2620-7.
- **Corner, L.A., Trajsman, A.C.**,. An evaluation of 1-hexadecylpyridinium chloride as a decontaminant in the primary isolation of Mycobacterium bovis from bovine lesions. Veterinary Microbiology 18, 127-134. 1993
- **Parra, A., Garcia, N., Garcia, A., Lacombe, A., Moreno, F., Freire, F., Moran, J., Hermoso de Mendoza, J**., 2007, Development of a molecular diagnostic test applied to experimental abattoir surveillance on bovine tuberculosis. Vet Microbiol.
- **Suelee Robbe-Austerman,1 Judith R. Stabel, Daniel G. Morrical**

  Skin test and gamma interferon enzyme-linked immunosorbent assay results in sheep exposed to dead Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis organisms. J Vet Diagn Invest 19:88–90 (2007).

PARATUBERCULOSIS BOVINA: RESULTADO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD.

PATRICIA VAZQUEZ[1], ELENA MOLINA[1], MARTA ALONSO-HEARN[1], MARIVI GEIJO[1], IKER A. SEVILLA[1], OTSANDA RUIZ[2], ANDONE ESTONBA[2], RAMÓN A. JUSTE[1], JOSEBA M. GARRIDO[1*]
[1]DPTO. DE SANIDAD ANIMAL, NEIKER-TECNALIA, PARQUE TECNOLÓGICO DE BIZKAIA, 48160 DERIO. BIZKAIA.
[2]DPTO. DE GENÉTICA, ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FISIOLOGÍA ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO. SARRIENA S/N, 48940 LEIOA. BIZKAIA.

Resumen
El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de cuatro técnicas de diagnóstico para la detección de la paratuberculosis (PTB) bovina en diferentes grupos de edad con el fin de optimizar los recursos empleados en los programas de control basados en el saneamiento.

Se analizaron muestras de sangre y tejido intestinal de 572 animales de raza frisona mediante técnicas serológicas, microbiológicas e histopatológicas. Con todas las técnicas, se observó una disminución estadísticamente significativa en la frecuencia de infección entre los animales mayores de 5 años y los de 3-5 años. En este rango de edad, una combinación en serie y en paralelo de los resultados obtenidos estimó la prevalencia en el 13,2% y 32,1%, respectivamente. Las técnicas microbiológicas (cultivo y rtPCR) presentaron los mejores valores de sensibilidad (61,0% y 64,0%) aunque se comportaron de forma complementaria. Nuestros resultados sugieren que las probabilidades de detectar la infección se maximizan cuando los animales tienen entre 3 y 5 años de edad. Por otra parte, el uso combinado del ELISA con la rtPCR fue la mejor combinación para la detección de animales infectados.

Introducción

La paratuberculosis bovina es una enfermedad crónica cuyo agente etiológico es *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP). La infección se produce fundamentalmente en las primeras semanas de vida aunque la presentación de la clínica característica: diarrea, pérdida de peso y la disminución de la producción láctea, generalmente aparece asociada a la primera o segunda lactación. Sin embargo, mayoritariamente los animales infectados no llegan a presentar síntomas clínicos evidentes siendo eliminados de la explotación por síntomas inespecíficos como puede ser una baja producción.

La detección de animales en formas iniciales de la infección condiciona el éxito de los planes de control basados en el saneamiento, por lo que a menudo, debido a las limitaciones de las técnicas de diagnóstico resulta necesario recurrir a la combinación de estas.

Material y métodos

Animales y toma de muestras

Se muestrearon sistemáticamente 572 animales de raza frisona sacrificados en los mataderos de Bilbao y Donostia-San Sebastián desde marzo 2007 a diciembre de 2008. Únicamente se consideraron animales de esta raza ya que estas muestras se utilizaron al mismo tiempo para un estudio de resistencia genética a la paratuberculosis centrado en la raza frisona. Así mismo, se priorizó el estudio de animales con edades comprendidas entre los 2,5-5 años porque se consideraron los más susceptibles de presentar la enfermedad.

De cada animal se analizó una muestra de sangre mediante ELISA, así como la válvula ileocecal, el ileon distal y el linfonodo yeyunal caudal mediante técnicas microbiológicas e histopatológicas.

Detección de Anticuerpos específicos frente MAP

Se realizó mediante un ELISA indirecto comercial Pourquier® (Institut Pourquier, IDEXX) siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Técnicas microbiológicas: cultivo bacteriológico y PCR a tiempo real (rtPCR)

La muestra a analizar mediante las pruebas microbiológicas, consistió en un pool de la válvula ileocecal y del linfonodo yeyunal caudal, en la misma proporción.

El cultivo bacteriológico, tras la decontaminación de las muestras con cloruro de hexadecil piridinio al 0,75%, se realizó por duplicado en medios caseros de Herrold y Löwestein-Jensen ambos enriquecidos con micobactina J (Allied Monitor, Inc., Fayette, MO, USA) según la metodología descrita por Juste *et al*., 1991. Los cultivos fueron revisados mensualmente con la ayuda de una lupa estereoscópica hasta las 20 semanas de incubación, momento en el que si no se observaba crecimiento las muestras se consideraron negativas. Las muestras se consideron positivas cuando se detectaba la presencia de al menos una unidad formadora de colonias (UFC) en alguno de los cuatros tubos inoculados. Todas las UFC fueron confirmadas mediante PCR (Moss *et al.,* 1992).

La detección de la secuencia de inserción IS900 se realizó mediante el kit ADIAVET® PARATB Real Time (rtPCR) (Adiagene, Saint Brieuc, Francia). Previamente la extracción de DNA se llevó a cabo mediante el kit Adiapure® MAP DNA (Adiagene).

Estudio histopatológico

Las muestras fijadas en formol se procesaron siguiendo los procedimientos histológicos convencionales. Todas las secciones fueron teñidas con hematoxilina-eosina (HE) y en aquellas en las que se detectaron lesiones compatibles con paratuberculosis se empleó también la tinción de Ziehl-Nielsen con el fin de visualizar las micobacterias. La clasificación de las lesiones se realizó de acuerdo a la clasificación establecida por González *et al.*, 2005.

Análisis de datos

Con el fin de detectar diferencias significativas en la prevalencia de la infección mediante la prueba de Fisher se establecieron tres grupos de edad: G1 <3 años, G2 3-5 años y G3>5años. El nivel de significación se estableció para un valor $p \leq 0.05$.

Los valores de sensibilidad, especificidad y concordancia (valor Kappa: κ) fueron calculados con el programa SPSS (v.15.0).

La sensibilidad complementaria se definió como el número adicional de muestras positivas a una técnica en relación a la técnica de referencia.

Resultados y discusión

La prevalencia global de infección por MAP varió del 7,2% según la técnica ELISA al 19,1% según la rtPCR. En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos por las cuatro técnicas. La combinación en serie y en paralelo de los resultados estimó la prevalencia en el 6,6% y 26,6 %, respectivamente.

	ELISA	*CULTIVO*	*rtPCR*	*HISTOLOGÍA*
PREVALENCIA PTB (%)	7,2	17,6	19,1	10,1
Nº MUESTRAS	572	568	572	307

Tabla 1. Resultados de prevalencia de paratuberculosis según la técnica de diagnóstico

Con todas las técnicas, se observó una disminución estadísticamente significativa en la frecuencia de infección entre los grupos G3 y G2 (Tabla 2).

También se observaron variaciones en el patrón de lesiones observadas en función de la edad. Mientras los animales mayores de 5 años presentaron mayoritariamente lesiones difusas multibacilares (85,7%) que se asocian a formas avanzadas de infección, en los animales de 3-5 años se evidenció un espectro lesional más amplio, focal (38,9%), multifocal (11,1%), difusa intermedia (5,6%) y difusa bacilar (44,4%), que se corresponde con las distintas formas que se describen para la infección.

	ELISA +	*CULTIVO +*	*rtPCR+*	*HISTOLOGÍA+*	*SERIE+(%)*	*PARALELO+(%)*
G1	11,5% (6/52)	19,2% (10/52)	19,2% (10/52)	15,4% (4/26)	11,5	28,8
G2	10,5% (22/209)	22,2% (46/207)	23,4% (49/209)	20,9% (19/91)	13,2	32,1
G3	4,2% (13/311)	14,2% (44/309)	16,1% (50/311)	4,2% (8/190)	2,7	22,5
DISMINUCIÓN G3-G2	60,0%	36,0%	31,2%	79,9%	79,5	29,9
Valor p (Fisher)	0,007	0,024	0,040	<0,0001	0,001	0,019

Tabla 2. Análisis de detección de la infección por MAP según la técnica o combinación de técnicas diagnósticas y grupo de edad

Las pruebas microbiológicas presentaron los mejores valores de sensibilidad, mostrando una complementariedad entre ambas del 34-41%. En general, el nivel de concordancia entre las técnicas fue moderado, a excepción de la combinación ELISA-histología para la que se obtuvo un valor k=0,719, correspondiente a una concordancia buena (Tabla 3).

TECNICA ANALIZADA	*TECNICA DE REFERENCIA*											
	ELISA			CULTIVO			rtPCR			HISTOLOGÍA		
	Se	Sec	Sp	Se	Sec	Sp	Se	Sec	Sp	Se	Sec	Sp
ELISA	-	-	-	33,0	7,0	98,5	33,0	4,6	98,9	71,0	19,3	97,8
				κ = 0,412			κ = 0,420			κ = 0,719		
CULTIVO	82,5	167,5	87,3	-	-	-	61,0	34,3	92,2	86,2	124,1	87,0
							κ = 0,542			κ = 0,490		
rtPCR	87,8	178,0	86,3	64,0	41,0	91,2	-	-	-	83,9	109,7	87,7
										κ = 0,506		
HISTOLOGIA	78,6	32,1	96,8	41,0	6,6	98,4	43,3	8,3	98,0	-	-	-

Tabla 3. Sensibilidad (Se), sensibilidad complementaria (Sc), Especificidad (Sp) y concordancia (k) de las pruebas diagnósticas. Interpretación de concordancia: pobre (κ=0,00-0,20), regular (κ=0,21-0,40), moderada (κ=0,41-0,60), buena (κ=0,61-0,80) y excelente (κ=0,81-1,00).

Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que el análisis de animales con edades comprendidas entre los 3 y 5 años maximiza la probabilidad de detectar animales infectados. Así mismo, la combinación del ELISA con la rtPCR es la mejor herramienta para la detección de un mayor número de positivos en las diferentes formas de la enfermedad. La técnica ELISA además de ser una técnica rápida y barata se comportó como un buen indicador de la lesión intestinal.

Referencias

González J, Geijo MV, García-Pariente C, Verna A, Corpa JM, Reyes LE, Ferreras MC, Juste RA, García-Marín JF, Pérez V, 2005. Histopathological classification of lesions associated with natural paratuberculosis infection in cattle. J Comp Path, 133 (2-3): 184-196.

Juste R.A, Marco JC, Sáez de Ocariz C, Adúriz JJ, 1991. Comparison of different media for the isolation of small ruminant strains of *Mycobacterium paratuberculosis*. Vet Microbiol, 28: 385-390.

Moss MT, Sanderson J.D, Tizard MLV, Hermon-Taylor J, El-Zaatari FAK, Markesich DC, Graham DY, 1992. Polymerase chain reaction detection of *Mycobacterium paratuberculosis* and *Mycobacterium avium* subsp *silvaticum* in long term cultures fromm Crohn's disease and control tissues. Gut, 33: 1209-1213.

Este estudio ha sido financiado por el MICINN (AGL2006-14315-C02-01). Patricia Vazquez disfruta de una beca predoctoral FPI del MICINN.

ESTUDIO DE PREVALENCIA Y CONTROL A LARGO PLAZO DE PARATUBERCULOSIS EN UNA EXPLOTACIÓN LECHERA DE GALICIA

L. RIGUEIRA[1], P. CARBAJALES[1], M. MIRANDA[1], I. ARNAIZ[2], S. MENÉNDEZ[2], P. MOURE[1], DIÉGUEZ J[3].

[1]DEPARTAMENTO DE CIENCIAS CLÍNICAS VETERINARIAS. HOSPITAL VETERINARIO UNIVERSITARIO ROF-CODINA. FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. 27002 LUGO.
[2]LABORATORIO DE SANIDAD Y PRODUCCIÓN ANIMAL DE GALICIA (LASAPAGA). XUNTA DE GALÍCIA.
[3]DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y PRODUCCIÓN ANIMAL. FACULTAD DE VETERINARIA. UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. 27002 LUGO. lucas.rigueira@usc.es

Resumen

Durante el período 2004-2009 se estudió la incidencia de infección por *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis* (Map) en una explotación que presentaba una baja prevalencia, pero continua, de animales seropositivos a Map. Los objetivos del estudio fueron (i) conocer, mediante ELISA, la prevalencia de anticuerpos séricos frente a Map y el ritmo de aparición de animales seropositivos, (ii) evaluar la concordancia entre la prueba de ELISA y técnicas de diagnóstico directo (tinción de Zielh-Neelsen, cultivo bacteriano y PCR realizados sobre muestras fecales y tinción de Zielh-Neelsen y cultivo sobre válvula íleo-cecal). Anualmente los animales mayores de 1 año fueron chequeados mediante ELISA, y de aquellos con sintomatología clínica compatible se tomaron muestras de heces para tinción y/o cultivo. Como dinámica general los animales seropositivos se sacrificaron. Durante el 2008, y para mejorar la detección de Map, se realizó cultivo de heces a todos los animales mayores de 2 años, y a todos los animales sacrificados se le tomaron muestras de válvula ileocecal y ganglios regionales para estudio anatomopatológico y cultivo de heces.

Después de seis años de seguimiento, y a pesar de las medidas de control la proporción de seropositivos a ELISA no disminuyó, con una prevalencia real alrededor del 7% durante todo el estudio; esto sugiere que el problema puede estar relacionado con prácticas de manejo. La baja concordancia entre las pruebas de ELISA y las técnicas de diagnóstico directo, parecen indicar que es necesaria la combinación de diferentes test para detectar los diferentes estadios de la infección.

Introducción

La paratuberculosis o enfermedad de Johne es una infección crónica causada por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map) caracterizada porque presenta un largo período de incubación (varios años). Extendida a nivel mundial, está considerada una de las enfermedades infecciosas más importantes que afectan a rumiantes en los sistemas actuales de explotación. Es difícil de erradicar, siendo más un problema de rebaño que individual, ya que únicamente una minoría de los animales infectados presentan signos clínicos, fase en la que son considerados grandes diseminadores; existiendo diseminadores esporádicos sin sintomatología clínica clara, salvo la bajada de la producción, y animales portadores. La existencia de diferentes grupos de animales afectados en distintas fases de la enfermedad, junto con las diferencias en la respuesta inmune celular y humoral en los distintos tipos de animales hace que el diagnóstico sea complicado (1).

El control se debe centrar en la detección, separación y/o eliminación de los animales seropositivos; en la separación inmediata y sacrificio de todos los animales con signos clínicos de la enfermedad; en la separación de crías y madres al nacimiento, utilizando calostro artificial o libre de la enfermedad; en la mejora de las prácticas de manejo y de la alimentación; en la aplicación de medidas higiénicas y sanitarias estrictas, con desinfección periódica de las instalaciones; así como en el control de los animales incorporados al rebaño (2, 3). Es importante conocer la prevalencia de la infección tanto a nivel de rebaño como a nivel individual, para catalogar el grado de infección y barajar las medidas a aplicar; erradicación en caso de baja prevalencia, control en caso de alta prevalencia y vigilancia en caso de ausencia de infección (4). En Galicia la prevalencia de Map en ganado de leche a nivel individual es de 3,02% y a nivel de rebaño de 10,69% (5).

Los objetivos que nos planteamos en este estudio son: (i) conocer, mediante ELISA, la prevalencia de anticuerpos séricos frente a Map y el ritmo de aparición de animales seropositivos; (ii) evaluar la concordancia entre la prueba de ELISA y técnicas de diagnóstico directo (tinción de Zielh-Neelsen, cultivo bacteriano y PCR realizados sobre muestras fecales y tinción de Zielh-Neelsen y cultivo sobre válvula íleo-cecal).

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en una explotación de ganado vacuno lechero en sistema intensivo con 204 vacas adultas y 83 novillas de reposición de la provincia de Lugo. Es una explotación cerrada con historial de paratuberculosis desde 2004, por ello se realizó un programa de control de la enfermedad a largo plazo (2004-2009).

Anualmente todos los animales mayores de 1 año fueron chequeados mediante ELISA. A aquellos con sintomatología clínica compatible con la enfermedad (diarrea) se les tomaron muestras de heces para realización de tinción Zielh-Neelsen y/o cultivo. Los seropositivos se fueron sacrificando, y sin embargo el porcentaje de seropositividad se mantuvo. En el 2008, con objeto de mejorar la detección de Map, se realizó cultivo heces a los mayores de 2 años, y de los sacrificados se tomaron muestras de válvula ileocecal y ganglios regionales para estudio anatomopatológico y cultivo de heces.

El cultivo se realizó a partir de muestras de heces en animales vivos y sobre contenido y raspado de la válvula ileocecal en los sacrificados. La sedimentación se realizó según el método descrito por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (2008). Para el estudio anatomopatológico las muestras de ganglios y válvula ileocecal se tiñeron con la técnica hematoxilina-eosina, confirmándolos mediante técnica de tinción de Ziehl-Neelsen.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando SPSS para Windows (v. 16.0). La seroprevalencia real (TP) se calculó a partir de las prevalencias aparentes (AP), Se y Sp: $TP = (AP + Sp - 1)/(Se + Sp - 1)$. Para evaluar la concordancia entre el ELISA y las técnicas de diagnóstico directo se utilizó en todos los casos la prueba κ.

Resultados y discusión

La estimación de la prevalencia de animales positivos a anticuerpos por Map en rebaños lecheros en 2004 en Galicia era del 2,5%. Los rebaños positivos (cuando al menos un animal presenta anticuerpos) mostraban una seroprevalencia media del 5,3% (3). Este dato concuerda con lo obtenido en 2004 en la explotación estudiada, seroprevalencia del 5,04%. En ambos casos se empleó el mismo test serológico. La prevalencia tiende a ser superior en explotaciones con elevado número de animales como el caso que nos ocupa (5, 6). En años posteriores (2005-2009), la seroprevalencia esperada debería ser menor, y más en presencia de un programa adecuado de control frente a Map, ya que el ELISA empleado en estos muestreos tiene una menor Se. Por el contrario, no se observa una disminución importante hasta el año 2007 y en términos de seroprevalencia real, la seropositividad se muestra prácticamente invariable.

A pesar de todo el esfuerzo en diagnosticar y eliminar a los animales eliminadores de Map no se consiguió reducir la prevalencia de la enfermedad a lo largo de los años. Todo apunta a que el problema reside en el manejo, uno de los puntos clave en el control de esta enfermedad (2, 3). En esta explotación la limpieza y el manejo de los calostros son estrictos, pero sólo tiene una paridera y la recría hasta el año de edad está en las proximidades de la misma. La infección por Map generalmente ocurre en los 12 primeros meses de vida, cuando son más susceptibles a la enfermedad, probablemente la recría se contamine durante este periodo, y por ello a pesar de las medidas de control se mantiene la prevalencia de la enfermedad. Es necesario seguir el estudio para corroborar esta hipótesis, una vez corregidos estos problemas en el manejo de la explotación.

Tabla 1. Seroprevalencia aparente y real e incidencia acumulada y verdadera para cada uno de los muestreos (2004-2009).

Año (fecha muestreo)	2004 (23/11/04)	2005 (31/3/05)	2006 (14/2/06)	2007 (25/1/07)	2008 (23/2/08)	2009 (11/2/09)
Número seropositivos	11	16	11	8	9	10
Nuevos seropositivos		6	7	8	7	9
Seroprevalencia aparente (%)	5,04	8,30	5,00	3,00	3,66	3,83
Seroprevalencia real (%)	7,03	7,70	7,43	7,30	7,34	7,35
Incidencia acumulada (%)		3,04	2,30	3,83	2,73	3,81
Animal-mes en riesgo		4,2	10,56	11,28	13,08	11,52
Incidencia real (nuevos casos /animal-mes riesgo)		0,24	0,09	0,09	0,08	0,09

El análisis de concordancia entre ELISA y tinción de Zielh-Neelsen es baja (κ = 0,103; p = 0,310), lo cual indica que la seroconversión es previa a la eliminación de cantidades suficientemente elevadas para ser detectadas por tinción. En la concordancia entre ELISA y otras técnicas de diagnóstico directo de mayor sensibilidad (cultivo y PCR en heces) se observan valores igualmente bajos pero el valor predictivo de los positivos (VPP) del ELISA se incrementa sensiblemente en relación a la tinción influenciado por la mayor sensibilidad de estas técnicas directas. No obstante, de los datos se desprende que la seronegatividad no permite descartar que un animal pueda ser eliminador.

Conclusión

A pesar de las medidas y el programa de control frente a Map, la prevalencia real y el porcentaje de nuevos seropositivos se mantiene a lo largo del periodo de estudio (2004-2009), lo que parece indicar que el problema reside en las prácticas de manejo. La baja concordancia entre las pruebas de ELISA y las técnicas de diagnóstico directo, parecen indicar que es necesaria la combinación de diferentes test para detectar los diferentes estadíos de la infección.

Bibliografía

1. Whitlock RH, Wells SJ, Sweeney RW, Van Tiem J. ELISA and fecal culture for paratuberculosis (Johne's disease): sensitivity and specificity of each method. Vet Microbiol. 2000; 77: 387-398.

2. Nielsen SS, Toft N. Assessment of management-related risk factors for paratuberculosis in Danish dairy herds using Bayesian mixture models. Prev Vet Med. 2007; 81: 306-317.

3. Diéguez FJ, Arnaiz I, Sanjuán ML, Vilar MJ, Yus E. Management practices associated with Mycobacterium avium subspecies infection and the effects of the infection on dairy herds. Vet Rec. 2008; 162: 614-617.

4. Nielsen SS, Toft N. A review of prevalences of paratuberculosis in farmed animals in Europe. Prev Vet Med. 2009; 88(1): 1-14.

5. Diéguez FJ, Arnaiz I, Sanjuán ML, Vilar MJ, López M, Yus E. Prevalence of serum antibodies to Mycobacterium avium sbsp. paratuberculosis in cattle in Galicia (northwest Spain). Prev Vet Med. 2007; 82: 321-326.

6. Woodbine KA, Schukken YH, Green LE, Ramirez-Villaescusa A, Mason S, Moore SJ, Bilbao C, Swann N, Meddley GF. Seroprevalence and epidemiological characteristics of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis on 114 cattle farms in South West England. Prev Vet Med. 2009; 89(1-2): 102-109.

DIAGNÓSTICO PRESUNTIVO DE UN BROTE DE BOTULISMO POR CLOSTRIDIUM BOTULINUM TIPO B EN UN CEBADERO DEL NORDESTE DE ESPAÑA

L. Elvira Partida[1], F. J. Muzas[2], R. Tribó Crespo, N. Pérez Villalobos[1] y J. V. González Martín[1,4]
1. TRIALVET SL C/ ENCINA, 22, 28721 CABANILLAS DE LA SIERRA (MADRID) trialvet@gmail.com
2. SERVEIS I ASSESSORIA BOVINA CALFVET (LÉRIDA) admin@calfvet.com
3. DPTO. DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL, FAC VETERINARIA MADRID (UCM) juanvi@vet.ucm.es

Resumen
En esta comunicación describimos un brote de botulismo en una explotación de cebo de Lérida asociada al consumo de un subproducto líquido de origen lácteo contaminado. En total 319 terneros de los 844 presentes en la explotación (37,8%) y expuestos al alimento contaminado murieron a lo largo del brote. Todos los animales explorados presentaban debilidad progresiva, ataxia, decúbito y finalmente muerte. Los animales en decúbito esternal o lateral presentaban atonía muscular pero estaban alerta. En las necropsias realizadas no se encontró ninguna lesión macroscópica y su análisis anatomopatológico también puso de manifiesto la ausencia de lesiones microscópicas significativas. Por otro lado, las muestras de suero e hígado de terneros afectados y del alimento sospechoso fueron enviadas para la determinación de la toxina mediante bioanálisis al laboratorio de referencia de la enfermedad. Si bien el resultado fue no concluyente al no poder confirmar la presencia de toxina botulínica, si se detectó la presencia de *C. botulinum* tipo B en el alimento sospechoso. Por todo ello, el aislamiento del *Clostridium botulinum* tipo B en el alimento sospechoso junto a los resultados epidemiológicos, el cuadro clínico y la ausencia de alteraciones macro y microscópicas, así como la gran dificultad de detección de la toxina en el vacuno mediante la técnica de referencia previamente descrita en otros brotes publicados aportan evidencias suficientes para concluir que con un elevado grado de certeza nos encontramos ante un brote de botulismo tipo B.

Introducción
De la intoxicación por toxina botulínica tipo B, la epidemiología, el cuadro clínico, el anatomopatológico y el diagnostico laboratorial, cuenta con escasos casos publicados en vacuno, probablemente debido a la gran dificultad asociada a su confirmación laboratorial.

Descripción del caso clínico
En noviembre de 2009 en una explotación de cebo de Lérida de terneros frisones puros y cruzados se produjo un brote de mortalidad del 37,8% (319/844) asociado al consumo de un subproducto líquido de origen lácteo (SLOL) contaminado. El cebadero albergaba en el momento del brote un total de 494 terneros mamones y 258 terneros ya destetados y agrupados según la fase del cebo.

Los terneros lactantes se alimentaban con una mezcla al 50% de lactorreemplazante y SLOL, en dos tomas diarias de 2,5L en los más pequeños y una única toma de 3-4L en los de mayor edad, junto con pienso y paja a libre disposición. Por otro lado, los terneros de las naves ya destetados si bien se alimentan con pienso y paja a libre disposición, durante la fase de engorde disponían además de acceso a libre disposición al SLOL mediante un sistema de tetinas, con un consumo medio estimado de 5-8L diarios. De manera que sólo los terneros en fase de finalización no consumían SLOL.

Sólo unas horas después de iniciar el consumo de una nueva cisterna del SLOL en la explotación el encargado comienza a notar que algunos animales parecen enfermos. A la mañana siguiente nueve terneros están en decúbito, incapaces de levantarse por sí mismos, y esa misma tarde, habían muerto un total de ocho terneros y 15 permanecían caídos. Tras asociar el brote a la nueva cisterna, se retira el acceso a los terneros al SLOL sospechoso. En total fallecen durante el brote 319 terneros de los 844 con acceso al SLOL, apareciendo el último caso nuevo de enfermedad diez días después del inicio del brote. Ningún animal de la fase de finalización, sin acceso al SLOL, presentó signos de la enfermedad a pesar de encontrarse alojados a tan sólo metro y medio de distancia sin tabiques físicos de separación.

En el examen clínico completo de algunos de los animales afectados, éstos presentaban todos un cuadro similar con constantes vitales normales (70-80 ppm, 20-40 rpm y 38,5-39 ºC), motilidad ruminal débil, sin alteración del eructo,

heces normales o con ligero grado de constipación y orina normal. En la exploración neurológica, los animales en decúbito esternal presentaban debilidad muscular siendo incapaces de levantarse por sí mismos. Los animales que se encontraban en decúbito lateral presentaban atonía muscular y falta de respuesta a los estímulos y reflejos pero estaban alerta. Las pupilas eran normales y reflejo pupilar a la luz. Sin vocalizaciones ni manifestación de dolor, ni opistótonos, nistagmos, protrusión lingual ni palpebral, ni ningún otro signo nervioso.

En las necropsias realizadas no se encontró ninguna lesión macroscópica por lo que se remitieron muestras de los distintos tejidos (músculo, corazón, pulmón, hígado, riñón, bazo, timo, tiroides, adrenal, ganglios, intestino y cerebro) para su estudio anatomopatológico.

Análisis complementarios

El análisis anatomopatológico puso de manifiesto la ausencia de lesiones microscópicas significativas apuntando la necesidad de confirmar la sospecha de una posible intoxicación por toxina botulínica por otros métodos laboratoriales. Para ello se enviaron muestras del SLOL, así como suero e hígado de animales afectados por la enfermedad al Servicio de Bacteriología del Laboratorio Central de Veterinaria de Algete, centro de referencia de la enfermedad, para la realización de los análisis de botulismo de determinación de toxina mediante bioanálisis y detección de la presencia de *Clostridium botulinum*. En el bioensayo se produjo mortalidad del 100% en los ratones inoculados con SLOL antes de seis horas postinoculación, tanto en la muestra neutralizada con suero antitoxina como en la muestra sin neutralizar, por lo que los resultados no fueron concluyentes. Sin embargo, el posterior cultivo del SLOL en medios y condiciones adecuadas para el crecimiento y producción de toxinas del *Clostridium botulinum*, y la posterior inoculación en ratón del cultivo filtrado produjo un 100% de mortalidad en los ratones inoculados con muestra sin tratar pero no de los ratones inoculados con la muestras neutralizada con suero antitoxina B los cuales no manifestaron síntomas, ni mortalidad. Los resultados obtenidos indican la presencia de esporas de *Clostridium botulinum* en la muestra analizada que germinan y se reproducen en el medio de cultivo y producen toxina tipo B.

Discusión

En base a la epidemiología, el cuadro clínico, los análisis y el cuadro anatomopatológico de los animales, la única enfermedad compatible con los mismos es el botulismo. La confirmación de la enfermedad se hace por medio de la determinación de la toxina en contenido ruminal, intestinal-heces, suero u órganos de los animales afectados, así como en la comida o el agua, siendo el bioanálisis la técnica de referencia. Sin embargo, existen ocho tipos de toxinas botulínicas distintas sin inmunidad cruzada entre si, por lo que es necesario hacer las pruebas para cada una de ellas. En nuestro caso el laboratorio de referencia de la enfermedad en España analiza sólo frente a los serotipos B, C, D y E. Por otro lado, el ternero es trece veces más sensible que el ratón a la toxina botulínica. Además, la sensibilidad de la prueba es limitada dado que sólo detecta la toxina libre y activa. De hecho, un resultado negativo al bioensayo no descarta el diagnóstico de botulismo dado que la concentración de neurotoxina en el suero de los animales infectados puede estar por debajo del límite de detección de la técnica. Por tanto, las limitaciones de la técnica pueden explicar el resultado negativo del bioensayo en las muestras de suero e hígado. Por otro lado, la mortalidad de todos los ratones inoculados con muestras neutralizadas o no antes de las 6 horas postinoculación, se deba posiblemente debido a un shock séptico, que llevó a un resultado no concluyente. Finalmente, el cultivo del alimento sospechoso SLOL sí resultó positivo evidenciando la presencia de esporas de *Clostridium botulinum* productor de toxinas tipo B.

De hecho en algunos de los pocos brotes de botulismo publicados el diagnóstico presuntivo se hizo en base al aislamiento del *Clostridium botulinum* en el alimento sospechoso y/o en los animales (Yeruham y col., 2003, Heider y col., 2001, Galey y col., 2000).

Conclusión

Por todo ello, el aislamiento del *Clostridium botulinum* tipo B en el alimento sospechoso junto a los resultados epidemiológicos, el cuadro clínico y la ausencia de alteraciones macro y microscópicas, así como la gran dificultad de detección de la toxina en el vacuno mediante la técnica de referencia previamente descrita en otros brotes publicados aportan evidencias suficientes para concluir que con un elevado grado de certeza nos encontramos ante un brote de botulismo tipo B.

Bibliografía citada:

- Galey FD, Terra R, Walker R, Adaska J, Etchebarne MA, Puschner B, Fisher E, Whitlock RH, Rocke T, Willoughby D. Type C botulism in dairy cattle from feed contaminated with a dead cat. J Vet Diagn Invest. 2000; 12: 204–9.
- Heider LC, McClure JT, Leger ER. Presumptive diagnosis of *Clostridium botulinum* type D intoxication in a herd of feedlot cattle. Can Vet J. 2001; 42: 210-2.
- Yeruham I, Elad D, Avidar Y, Grinberg K, Tiomkin D y Monbaz A. Outbreak of botulism type B in a dairy cattle herd: clinical and epidemiological aspects. Vet Rec. 2003; 153: 270-2.