

# pequeños Rumiantes

pR

PUBLICACIÓN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA

Ponencias de las Jornadas de Zamora

Utilización de aditivos

Genes mayores



# Ganado sano por fuera, sano por dentro.

## Una inyección... y basta.

**DECTOMAX**



● Marca registrada de Pfizer Inc. para Doramectina.



### Beneficios de peso:

- **Amplio espectro:** ganado sano por fuera, sano por dentro.
- **Inyección intramuscular:** rapidez y comodidad en la aplicación.
- **Una sola aplicación para el control de sarna y los parásitos internos y externos importantes:** ahorro de manejo y mano de obra.
- **Indoloro:** mínimo estrés para el rebaño.



### Salud Animal

Avenida de Europa, 20 B  
Parque Empresarial La Moraleja  
28108 Alcobendas - Madrid  
Tel.: 91 490 99 00

[www.pfizer.es](http://www.pfizer.es)

**Dectomax®. Composición:** Doramectina en solución inyectable al 1%. **Indicaciones:** bovinos, tratamiento y control prolongado de las parasitosis producidas por vermes redondos (gastrointestinales, pulmonares y oculares) y de artrópodos (barros, piojos, sarnas y garrapatas). Dectomax solución inyectable también puede usarse como ayuda en el control de los piojos masticadores (*Damaliska bovis*); ovinos, tratamiento de las infecciones por vermes redondos gastrointestinales, pulmonares, ácaros de la sarna y reznos nasales. **Administración:** bovinos, inyección subcutánea en la región del cuello, 1 ml/50 kg de p.v.; ovinos, inyección intramuscular o subcutánea, 1 ml/50 Kg de p. v. **Contraindicaciones:** no administrar a vacas lecheras cuya leche se destine a consumo humano, ni siquiera durante el periodo de secado; no administrar a ovejas lecheras cuya leche se destine a consumo humano, aunque estén secas. Se debe evitar el uso fuera de la etiqueta en perros de razas con sensibilidad conocida a las avermectinas, ya que la seguridad de doramectina no se ha establecido en dichas razas. **Utilización durante la gestación y la lactancia:** el producto es seguro en animales gestantes, puede administrarse en ovejas gestantes hasta 70 días antes de la fecha prevista del parto. **Tiempo de espera:** bovinos, carne 42 días, leche no usar; ovinos, carne 60 días, leche no usar. **Precauciones:** medicamento de uso veterinario, mantener fuera del alcance de los niños, almacenar a temperatura inferior a 25°C±2°C, protegido de la luz. No fumar ni comer mientras se manipule el producto, lavarse las manos después de usarlo, leer las instrucciones del prospecto antes de usarlo, evite la autoinyección, si se observaran síntomas específicos, acuda al médico. **Presentación:** envases de cristal protegido de 50, 200 y 500 ml.

**Dispensación con receta veterinaria. N° de registro: 0977-ESP.**



## Sumario

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

- 4 Las vías pecuarias en el siglo XXI:  
viejos caminos ganaderos y nuevos usos  
J. L. ARGUDO PÉRIZ

### ARTÍCULOS DE REVISIÓN

- 12 Vacunas y vacunación en los pequeños rumiantes  
S. MARTÍN GÓMEZ
- 22 Análisis de las investigaciones publicadas en la bibliografía  
internacional en España II: Caprino y especies cinegéticas  
J.A. ABECIA
- 26 Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y  
caprino  
M.D. CARRO, M.J. RANILLA Y M.L. TEJIDO
- 38 Genes mayores en ganado ovino, implicaciones en la  
reproducción  
L. BODIN

### ASOCIACIONES

- 46 Asociación de criadores da raza Ovella Galega (Asovega)  
S. ADÁN
- 48 NOTAS DE PRENSA
- 49 NORMAS DE PUBLICACIÓN



## Créditos

Fotografía de portada  
A. Abecia

Edita SEOC

Coordinador Alfonso Abecia Martínez

Deposito legal B-48160-2005

Maquetación, publicidad y distribución  
ICE Salud  
Pasaje Mercader, 15 - 08008 Barcelona  
Tel. 93 446 02 33 - Fax 93 215 51 15  
icesalud@icesalud.com

Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido de Pequeños Rumiantes sin previa autorización escrita. La responsabilidad de los artículos, reportajes, comunicados, etc. recae exclusivamente sobre sus autores. La SEOC sólo se responsabiliza de sus artículos o editoriales. En virtud de lo dispuesto en el artículo 30.2 de la Ley 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, la SEOC le informa de que dispone de un fichero con datos de carácter personal, cuya finalidad es la distribución de publicaciones, el envío de material administrativo y ocasionalmente publicitario. Los datos necesarios para el envío de esta publicación han sido obtenidos de la SEOC y de fuentes accesibles al público. El responsable del tratamiento es la SEOC. Para ejecutar los derechos de oposición, acceso, rectificación y cancelación, en el ámbito reconocido por la Ley 15/1999, puede dirigirse por escrito a la SEOC, Facultad de Veterinaria de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.



# Las vías pecuarias en el siglo XXI: viejos caminos ganaderos y nuevos usos

pR 7, núm.3: 4-11 (2006)

J. L. ARGUDO  
Universidad de Zaragoza  
jlargudo@unizar.es

*“Chi sa di pecora, sa di tutto.”*  
Salvatore Casu da Berchidda

*En el “puente” festivo del 1º de mayo de 2005 se colapsaron las carreteras de salida de Madrid, y se convirtió en un problema del que dieron cuenta ampliamente los medios de comunicación y tuvo, incluso, repercusiones políticas. Por las mismas fechas, los rebaños trashumantes que se encontraban en la mitad sur de la Península Ibérica no tenían garantía de poder subir a sus agostaderos veraniegos por la extensión de la epidemia conocida como “la lengua azul”, pero esta situación fue escasamente tratada en los medios de comunicación generales y, al parecer, no tuvo repercusión política destacable.*

*Los ganaderos trashumantes españoles en el siglo XXI no son un grupo de presión, un “lobby”, como lo fue la Mesta castellana hasta principios del siglo XIX y, a la mayoría de los ciudadanos, no les importa como ha llegado la carne hasta su tienda o su mesa, sino su precio y las garantías de seguridad alimentaria. Por otra parte, en supermercados e hipermercados siempre hay productos cárnicos, aunque no sepamos de dónde proceden. La globalización se ha hecho un hueco en la bolsa de la compra desde hace más de una generación.*

*La trashumancia ganadera, y en general la ganadería extensiva, es la sangre que mantiene vivas las arterias y venas que son las vías pecuarias, por lo que el retroceso y debilitación de las prácticas ganaderas extensivas, trasterminantes y trashumantes, ha llevado aparejado el abandono progresivo de los viejos caminos ganaderos.*

## LA HISTORIA RECIENTE

Desde 1892, año en el que la Asociación General de Ganaderos del Reino se consideró incapaz de atajar las numerosas agresiones que sufrían las cañadas y demás vías pecuarias, ha sido el Estado el responsable de su conservación y mantenimiento. El Estado, pese a las grandes declara-

ciones legales que calificaban como públicos los patrimonios viarios pecuarios, siguió una política desamortizadora y no fue, en general, beligerante frente a las invasiones, ocupaciones y enajenaciones privadas de los caminos ganaderos. Y no lo fue porque era un gran patrimonio el que heredó la Administración Pública (con



Foto: J. L. Argudo

Figura 1. Caín y Abel. Capitel del Monasterio de San Juan de la Peña (Huesca)

Calidad de Leche



Inmunopreención



Higiene de Instalaciones

**PezolimX4 concentrado:**  
Iodóforo tensioactivo con emolientes para baño de pezones, autorizado en ovejas, cabras y vacas.

**UdderlimIO:** Baño de pezones LPU iodóforo, tensioactivo y filmógeno con emolientes al 10%, autorizado para ovejas, cabras y vacas.

**CMT Detector:** Reactivo para realizar el test de California.

**Ilovetmr20%:** Inyectable de eritromicina en vehículo anhidrido apto para ser usado en tratamientos antibióticos de secado<sup>(1)</sup>.

(1) Ver trabajo publicado en [www.farcovet.com/novedades.php](http://www.farcovet.com/novedades.php)

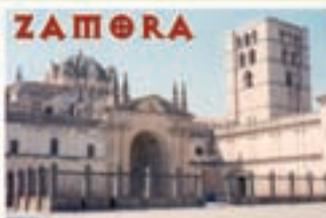
**Deglam 20:** Combinación de Cloruro de Didecildimetilammonio y glutaraldehído para desinfección de locales, instalaciones y vehículos, con acción bactericida, virucida, fungicida y esporicida.

**RetocOX:** Desinfectante de amplio espectro para superficies. 100% Biodegradable, a base de ácido peracético, especialmente activo frente a ooquistes de coccidios y criptosporidios.

**Maxinox Aqua:** Solución de peróxido de hidrógeno para la limpieza y mantenimiento de circuitos y depósitos de agua. Controla el Biofilm.

**Sectofix CT:** Solución emulsionable de cipermetrina para la desinsectación de locales ganaderos.

**Ratofix:** Rodenticida con Difenacoum presentado en formato de cebo fresco y de bloque de parafina.



**Sede del Congreso SEOC'06:**

**XXXI Jornadas Científicas y X Jornadas Internacionales  
de Ovinotecnia y Caprinotecnia**

**¡¡Nos vemos en los Stands 5-6 del Campus Viriato!!**  
(Zamora, 20 al 22 de septiembre de 2006)



Foto: J. L. Argudo

**Figura 2.** Rebaño de los hermanos Noguero cruzando Zaragoza. Mayo 2002

la crónica falta de recursos para policía y mantenimiento), en una época en que la expansión agrícola, y también la pobreza de muchos campesinos, hacían apetecible la roturación de dehesas y cañadas, subsistiendo el viejo enfrentamiento entre agricultores y ganaderos, y representando todavía una parte de estos últimos un grupo de grandes propietarios con nostalgia de los privilegios perdidos. De fondo, el pensamiento doctrinario económico generado desde el siglo XVIII con la Ilustración achacaba a la ganadería gran parte de los males económicos del país; la trashumanancia ganadera estaba abocada a su extinción, y los derechos de pastos (que sostenían la ganadería extensiva) eran considerados legalmente como malas prácticas consuetudinarias, en beneficio de los cercados y de la propiedad privada.

Añádase que desde el siglo XIX, la raza ovina española por excelencia, la Merina, se había mejorado en los rebaños del resto de Europa y en las colonias inglesas, perdiendo la lana su valor comercial de antaño, y en el interior, la progresiva disminución de la cabaña ganadera, ocasionó una pérdida de influencia del sector ganadero en municipios tradicionalmente ganaderos y manifiesta hostilidad en el resto, y no aumentó la tecnificación de las explotaciones ni la profesionalización de los pastores, anclados en el milenarismo conocimiento del medio y de su oficio. Ante esta situación, la Administración pública no estaba dispuesta ni preparada para variar el estado de las cosas, y se atuvo a su papel de conservación del patrimonio pecuario progresivamente “desamortizable” en un largo siglo de

desarrollismo agrícola y también urbano. Los sucesivos reglamentos de vías pecuarias, incluyendo la Ley de 1974 y su Reglamento de 1978, no tuvieron más valor que el de declaraciones bienintencionadas con escasa eficacia práctica frente a las numerosas y variadas agresiones que sufría la red viaria pecuaria. El cambio de criterio respecto a la conservación y uso de las vías pecuarias lo provocó legalmente la Constitución de 1978, que atribuyó al Estado la competencia sobre legislación básica de protección del medio ambiente, y sobre montes, aprovechamientos forestales y vías pecuarias (art. 149.1.23º), legislación que han desarrollado las Comunidades Autónomas.

### LA LEY DE VÍAS PECUARIAS DE 1995

Estas bases han supuesto un giro en la conservación de las vías pecuarias en los últimos años del siglo XX: cambiar una política “desamortizadora” por unos principios legales conservacionistas. Las vías pecuarias son un recurso ambiental, dentro de los patrimonios públicos, que hay que conservar para las necesidades ganaderas pero también para el uso de los demás ciudadanos.

Esta nueva visión se ha refrendado en la Ley de Vías Pecuarias de 1995 que, al enumerar los posibles usos de las vías pecuarias compatibles con la protección del medio ambiente, les ha aportado un valor añadido. También ha ocasionado un desplazamiento del punto de vista sobre las mismas, el interés de amplias capas de la población urbana por el senderismo, el contacto con la naturaleza y las nuevas prácticas de turismo rural, en las que la justificación de su mantenimiento por las necesidades ganaderas ha pasado a ser, en ocasiones, un argumento meramente convencional, además de conveniente.

La Ley estatal de 23 de marzo de 1995 de Vías Pecuarias (LVP) parte, como ya se ha comentado, de una filosofía distinta a las anteriores, como es la defensa de los patrimonios públicos, y entiende que la red pecuaria sigue prestando un gran servicio a la ganadería extensiva (700.000 cabezas lanares, 50.000 de vacuno y otros, en régimen trashumante/trasterminante [MANGAS NAVAS, 2003, 30]), pero también sirve para ayudar a la preservación de las razas autóctonas, y son “corredores ecológicos”, esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres.



Foto: J. L. Argudo

**Figura 3.** Parte del rebaño de los hermanos Noguero. Lierta (Huesca). Abril 2006

La Ley concede amplias competencias a las Comunidades Autónomas, cuya actuación debe orientarse a la preservación y adecuación de la red viaria, así como a garantizar el uso público de la misma, reservándose la Administración Central ciertas competencias sobre la nueva Red Nacional de Vías Pecuarias.

Estas son algunas de las novedades de la Ley, junto con el objetivo de facilitar el contacto del hombre con la naturaleza y la ordenación del entorno medioambiental, para lo que prevé una serie de usos complementarios como el paseo, la práctica del senderismo, la cabalgada y otras formas de desplazamiento deportivo sobre vehículos no motorizados que respeten el tránsito ganadero.

Los tipos de vías pecuarias que reconoce la Ley (art. 4º) son los ya tradicionales, de origen mesteño, de cañadas (con anchura no superior a 75 metros), cordeles (no superiores a 37,5 metros), y veredas (con anchura no mayor de 20 metros). Por primera vez desde 1836, una norma estatal reconoce que existen otras denominaciones, a las que etiqueta como de origen consuetudinario, distintas a las anteriores, y que reflejan la variedad local y regional española, como los azagadores, cabañeras, caminos ganaderos, carreradas, galia-

nas, ramales, traviesas y otras. Las anchuras máximas de estas vías pecuarias son las establecidas en la Ley estatal (legislación básica del Estado) y su reconocimiento ha venido de la mano de la legislación autonómica de desarrollo, especialmente en Navarra y los territorios de la antigua Corona de Aragón, que no formaban parte de la red cañariega mesteña castellana.

El sistema de vías pecuarias alcanza en España unos 125.000 kilómetros de longitud y 450.000 hectáreas de extensión –unos 5.000 kilómetros cuadrados– lo que supone un 1% del territorio de todo el Estado. La Comunidad Autónoma con más kilómetros de vías pecuarias y mayor superficie de hectáreas ocupadas por las mismas es Andalucía, con 30.951 Kms y 112.664 has respectivamente, seguida de Castilla y León (25.942 Kms y 78.055 has), Aragón (17.050 Kms y 63.256 has), Castilla-La Mancha (12.741 Kms y 53.096 has), Comunidad Valenciana (11.229 Kms y 34.118 has), y Extremadura (7.429 Kms y 30.141 has). En porcentaje de superficie de vías pecuarias sobre el total de la Comunidad Autónoma, ocupa el primer lugar Madrid (1,62 %), seguida de la Comunidad Valenciana (1,47 %), Aragón (1,33 %), y Andalucía (1,28 %) [CAZORLA Y MERINO, 1995, 345-6].

La Ley estatal crea también la Red Nacional de Vías Pecuarias (art. 18) “en la que se integran todas las cañadas y aquellas otras vías pecuarias que garanticen la continuidad de las mismas, siempre que su itinerario discorra entre dos o más Comunidades Autónomas y también las vías pecuarias que sirvan de enlace para los desplazamientos ganaderos de carácter interfronterizo”.

La Administración General del Estado tiene asignada la tutela de la Red Nacional de Vías Pecuarias, la gestión del fondo documental de vías pecuarias, y la intervención, en colaboración con las Comunidades Autónomas, para asegurar la integridad y conservación del dominio público pecuario. En desarrollo de estas competencias, el Ministerio de Medio Ambiente ha firmado varios convenios de colaboración con las Comunidades Autónomas de Extremadura, Castilla y León, Navarra, Comunidad Valenciana, Castilla-La Mancha y Murcia, para la clasificación, deslinde, amojonamiento y señalización de varias vías pecuarias, a la vez que se ha solicitado en 2003 la declaración de la Red Nacional de Vías Pecuarias como itinerario de Patrimonio Cultural Europeo por el Consejo de Europa.



Foto: J. L. Argüedo

Figura 4. Rebaños de Los Monegros cruzando Huesca. Junio 2003



### LA LEGISLACIÓN AUTONÓMICA DE VÍAS PECUARIAS

Las vías pecuarias son bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas (art. 2 LVP), y la transferencia de competencias a las Comunidades Autónomas, sobre administración y gestión de las vías pecuarias, se realizó entre los años 1980-85, exceptuando la enajenación de terrenos sobrantes en toda la red viaria pecuaria (Cataluña y Madrid), o únicamente cuando afecten a vías pecuarias intercomunitarias, para el resto de Comunidades Autónomas.

En desarrollo de la legislación básica estatal, algunas Comunidades Autónomas han optado por establecer una regulación propia a través de Reglamentos (Decreto 143/1996, de 1 de octubre, sustituido por Decreto 49/2000, de 8 de marzo, de Extremadura; Decreto 3/1998, de 9 de enero, de La Rioja; Decreto 155/1998, de 21 de julio, de Andalucía), y otras por Leyes parlamentarias (Ley Foral 19/1997, de 15 de diciembre, de Navarra; Ley 8/1998, de 15 de junio, de la Comunidad de Madrid; Ley 9/2003, de 20 de marzo, de Castilla-La Mancha; y Ley 10/2005, de 11 de noviembre, de Aragón). Otras Comunidades, como Castilla-León, han elaborado ya anteproyectos de Ley.

La legislación autonómica muestra la diversidad de competencias y normativas sectoriales que inciden sobre las vías pecuarias (especialmente la legislación urbanística, de espacios naturales, de concentración parcelaria, de caza, de

patrimonio, etc.), y el objetivo de coordinar los distintos Departamentos y competencias, para que todos los instrumentos normativos concurren en la conservación y protección de las vías pecuarias, agilizando los procedimientos autorizatorios. Por no entrar en mayores detalles, cabe señalar que las leyes de Navarra y Aragón utilizan denominaciones distintas de las vías pecuarias, y la primera, que considera supletoria la legislación estatal en aplicación de su régimen foral, establece anchuras distintas para sus cañadas reales, travesías, pasadas y ramales, pero también la Ley madrileña indica que se conservarán anchuras superiores a las estatales en las vías pecuarias que las tengan reconocidas, disposición que refrenda también la reciente Ley aragonesa respecto a sus "cabañeras".

### PASOS, PASTOS Y PATRIMONIOS

Pero como señala ALENZA, hay que destacar el originario "carácter sistémico de las vías pecuarias" (ALENZA, 2001,295), que parece estar en trance de olvidarse. Las necesidades del ganado no sólo eran el desplazamiento por rutas adecuadas y seguras, sino también los elementos complementarios que permiten el pasto, el agua, el descanso y el refugio. En este sentido el art.4.3 LVP determina que "los abrevaderos, descansaderos, majadas y demás lugares asociados al tránsito ganadero tendrán la superficie que determine el acto administrativo de clasificación de vías pecuarias". Aunque resulte obvio indi-

carlo, las vías pecuarias no son carreteras y los animales en tránsito necesitan alimentarse, beber y descansar. La reducción de aprovechamientos pastables libres locales ha llevado a una sobreexplotación de los recursos anejos a las vías pecuarias, respetados tradicionalmente para uso de los ganados trashumantes en las épocas de paso, e incluso los actos administrativos de clasificación y deslinde, y especialmente las modificaciones de trazado de las vías pecuarias, se olvidan frecuentemente de las necesidades de los animales y personas que transitan por las mismas, y se limitan a señalar un estrecho paso, limitado durante muchos kilómetros por lo que han sido tradicionalmente invasiones agrícolas y urbanas, como si de trazar una línea en un mapa se tratara. La Ley navarra ha de reiterar una norma de honda raigambre histórica, como es que "los ganados trashumantes pueden pastar, abrevar y pernoctar libremente en las vías pecuarias, así como en los reposaderos y descansaderos a ellos anejos cuando estén efectuando la trashumancia" (art. 14).

Añádase a ello que toda esta considerable superficie de vías pecuarias está afectada en un porcentaje, que varía entre un 20 y un 50 % del total, por algunos de los siguientes tipos de agresiones o invasiones: construcción de carreteras y autovías, líneas de ferrocarril y otras obras públicas, infraestructuras de servicios públicos (agua, electricidad, teléfono, etc.), cultivos agrícolas, construcciones ilegales y



Foto: J. L. Argudo

**Figura 5.** Trashumancia desde Guadalaviar (Teruel). Octubre 2003



Foto: J. L. Argudo

**Figura 6.** Rebaño de Guadalaviar (Teruel) en Vilches (Jaén). Febrero 2005.

# Bio-Clox Secado

Pomada Intramamaria

CON LAS MÁS  
AVANZADAS  
INSTALACIONES  
DEL MERCADO



NUEVA presentación en

Bio-Clox Secado **5g**



PARA OVEJAS,  
CABRAS y  
VACAS



COMPOSICIÓN (por jeringa): Cloxacilina (Benzatina) ..... 500 mg.  
Excipiente idóneo c.s.p. .... 5 g.

INDICACIONES: Tratamiento y profilaxis, por vía intramamaria, y en periodo de secado, de las mastitis producidas por gérmenes Gram-positivos, y en especial de las causadas por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, incluyendo cepas penicilín-resistentes.

ESPECIES DE DESTINO: Ovejas, cabras y vacas. VÍA DE ADMINISTRACIÓN: Vía intramamaria. POSOLOGÍA: Ovejas y cabras: 1/2 ó 1 jeringa por cuarterón, según criterio facultativo. Vacas: 1 jeringa por cuarterón. ADVERTENCIAS ESPECIALES: No usar en el periodo de lactación, pues la prolongada presencia del antibiótico en la marna, impide la utilización de la leche durante los 3 días (si ordeña) posteriores al tratamiento. Dispensación con receta veterinaria.

PRESENTACIÓN: 4 jeringas de 5 gramos.

REGISTRO NÚMERO: 10.437.



s.p. veterinaria, s.a.



ampliación de núcleos urbanos, escombreras, vertederos y basureros, etc. Es conocida la equiparación de la condición de terreno público con terreno sin dueño para cometer todo tipo de abusos e infracciones que, tradicionalmente, no han sido además sancionados, por contar con una cierta complicidad oficial y social.

No hay que olvidar, tampoco, una referencia al concepto amplio de patrimonio pecuario, al que hace mención la exposición de motivos de la Ley de Castilla-La Mancha de 2003, al indicar que aunque los desplazamientos de ganado por esta red han perdido intensidad “es también cierto que alrededor de las vías pecuarias se ha gestado una gran actividad, no sólo económica, sino también cultural, que se ha prolongado sin interrupción a lo largo de los pasados siglos, cuyos valores deben ser conservados y mantenidos, como legado de las generaciones que nos precedieron y que debemos transmitir a los que nos sucedan”.

Este patrimonio ha de ser también reivindicado y cuidado por su increíble riqueza cultural al ser uno de los patrimonios más importantes del mundo rural, tanto en bienes inmuebles (corrales, abrevaderos, parideras, masadas, chozos de pastores, lavaderos de lanas, ermitas, posadas, descansaderos, etc.) como en muebles y bienes inmateriales (cuentos, historias, cantos, danzas, ritos, procesiones, artesanía, documentos, etc.).

### USOS COMPATIBLES TRADICIONALES Y NUEVOS USOS COMPLEMENTARIOS TURÍSTICO-RECREATIVOS

A este patrimonio cultural se une el patrimonio natural y este valor medioambiental es el que ha justificado especialmente su protección desde la Constitución de 1978. La actividad ganadera ha sido menos agresiva con el medio natural que otras actividades humanas, lo que ha conllevado la preservación de espacios naturales de indudable valor. Las vías pecuarias, en el marco de las políticas de conservación de la naturaleza tratan también, como señala la exposición de motivos de la Ley de Vías Pecuarias, de atender “a una demanda social creciente”, ya que “pueden constituir un instrumento favorecedor del contacto del hombre con la naturaleza”, y por ello la Ley jerarquiza los usos, distinguiendo entre el uso principal, que es el tránsito y aprovechamiento pecuario, de los usos compatibles y los posibles



Foto: J. L. Argudo

Figura 7. Virgen de los Ganaderos (s. XVI). Casa de Ganaderos de Tauste (Zaragoza)

usos complementarios, refiriéndose a los usos no ganaderos, es decir otros usos agrarios compatibles con los ganaderos [art. 16 LVP], y los nuevos usos turístico-recreativos [art. 17 LVP].

Las vías pecuarias son un medio también de acceder al campo y soporte de actividades deportivas, turísticas y, en general, de ocio. La Ley de Vías Pecuarias admite como usos complementarios “el paseo, la práctica del senderismo, la cabalgada y otras formas de desplazamiento deportivo sobre vehículos no motorizados”, que parece referirse al desplazamiento en bicicleta, y existe alguna mención autonómica de la compatibilidad con la práctica del esquí de fondo. Todos estos usos tienen como límites el respeto a la prioridad del tránsito ganadero, al medio ambiente, paisaje, y patrimonio natural y cultural, y puede establecerse una ordenación general al uso y aprovechamiento de las vías pecuarias, y por ello también se somete generalmente a autorización las actividades recreativas, deportivas, culturales y educativas de carácter colectivo u organizado.

Esta puerta que se abre con los usos complementarios entraña riesgos por el carácter de nuestra civilización y costumbres dominantes, de cultura urbana alejada del medio natural. Por supuesto, han servido de pretexto para que algunas empresas y grupos reivindiquen el uso de tramos de vías pecuarias para prácticas con diversos tipos de vehículos motorizados que se comercializan como de turismo de aventura, con la justificación de que no soportan tránsito ganadero o tienen escaso valor ecológi-

co. Esto se produce, de hecho, todos los días con vehículos del tipo 4X4 y todoterrenos, ya que el desembarco urbano en el mundo rural no diferencia entre tipos de caminos, por ignorancia, desconocimiento, escasa delimitación y señalización de las vías pecuarias y la casi nula vigilancia de los mismos.

El paso de los ganados trashumantes se ha convertido también en un fenómeno turístico, alentado por los medios de comunicación, con experiencias como el transporte de ganados para que circulen un día por el Paseo de la Castellana de Madrid, para disfrute de niños y mayores y nostalgia de tiempos pretéritos rurales. Tiene un valor pedagógico, pero se destaca su carácter anecdótico y extemporáneo, casi folclórico, en el sentido deformado que ha tomado el concepto, unido a la caricaturización de lo rural.

Durante años, en Zaragoza también ha pasado por la ciudad (en la segunda quincena del mes de mayo) el rebaño de 3.000 cabezas de ovino de raza Churra-Tensina (raza autóctona con muy pocos rebaños), de los hermanos Noguero, para dirigirse desde los pastos arrendados de invernada de los alrededores de Zaragoza a sus pastos del municipio de Fanlo, en la zona pirenaica protegida por el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Doce jornadas de trashumancia, porque la referencia a los kilómetros no puede ser objetiva, porque se cuentan de forma distinta siguiendo la ruta de trashumancia de un rebaño que en un vehículo motorizado. El año pasado de 2005 ha sido el último que atravesaron la ciudad, ya asfixiados por la telaraña del desarrollo urbano, por lo que han cambia-



do de destino, pasando el último invierno en tierras oscenses, más cerca de casa y sin tener que atravesar ciudades.

### UNA NECESARIA REFERENCIA AL ASOCIACIONISMO GANADERO

Una necesidad que se vislumbra cada día como más apremiante es el desarrollo del asociacionismo ganadero. Son muchos los intereses que deben defender los ganaderos como colectivo y, a veces, casa mal un asociacionismo mixto de agricultores y ganaderos, en el que su representación es escasa y sus demandas poco escuchadas. Hay muchos ámbitos, interconectados con su actividad empresarial, que necesitan de

acciones colectivas, y es necesario extraer del pasado los valores positivos del asociacionismo ganadero. La experiencia aragonesa de dos asociaciones ganaderas, el *Ligallo General de Pastores*, que agrupa desde 1996 a los ganaderos trashumantes del Maestrazgo turolense y de las Sierras de Gúdar y Javalambre, y *La Nueva Mesta de la Comunidad de Albarracín*, de reciente creación, han activado las políticas administrativas de clasificación de vías pecuarias en la provincia de Teruel [42 municipios con clasificación de vías pecuarias en 1982; 18% del total de la superficie provincial], mejorado los apoyos en las rutas de trashumancia y han obtenido ayudas para

ganadería extensiva y razas autóctonas, e incluso han creado una Escuela de Pastores [Fortanete], y un Museo de la Trashumancia [Guadalaviar].

Las vías pecuarias son caminos con futuro cuya conservación está permanentemente en peligro, y en los que deben encontrarse los ganaderos con las personas, colectivos y entidades que quieran, deban o puedan mantener este patrimonio natural, histórico, cultural, económico y etnológico, en el que no se deben vislumbrar intereses contrapuestos, partiendo del sencillo criterio de que los ganaderos son ahora los anfitriones de un patrimonio que construyeron y han mantenido.



### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENZA GARCÍA, JOSÉ F., *Vías Pecuarias*, Madrid, Gobierno de Navarra-Civitas, 2001.

ARGUDO PÉRIZ, JOSÉ L., "El régimen foral histórico aragonés sobre trashumancia ganadera y vías pecuarias", en *IV Congreso Nacional de Derecho Agrario*, Madrid, Editora Agrícola Española, 1995, págs. 323 a 333.

Ídem: "Las vías pecuarias de la Comunidad de Albarracín: historia, conservación y usos alternativos", en *Museo de la Trashumancia. Guadalaviar. Sierra de Albarracín (Teruel)*, Zaragoza, Museo de la Trashumancia-Gobierno de Aragón, 2001, pp. 64-71.

ARGUDO PÉRIZ, J. L., y LÁZARO GRACIA, G., "Trashumancia, vías pecuarias y otros caminos en Aragón", en *Temas de Antropología Aragonesa*, 13 [2003], pp. 27-59.

CAZORLA MONTERO, A. y MERINO GARCÍA, J., "Pasado, presente y futuro de las vías pecuarias españolas: hacia una planificación integrada", en *IV Congreso Nacional de Derecho Agrario*, Madrid, Editora Agrícola Española, 1995, págs. 343-51.

FARNÓS, A. (coord.), ARGUDO, J. L., GARGALLO, E., y otros: *Gúdar-Maestrazgo. Cuadernos de la Trashumancia nº 14*, Madrid, ICONA, 1995.

FERNÁNDEZ OTAL, J. A., "Las vías pecuarias de Aragón. Memoria histórica y futuro abierto", en *Caminos y Comunicaciones en Aragón*, Zaragoza, I.F.C., 1999, págs. 225 a 247.

GARCÍA MARTÍN, P., et al., *Cañadas, cordeles y veredas*, Valladolid, Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería, 1991.

HERRÁIZ SERRANO, OLGA, *Régimen jurídico de las vías pecuarias*, Granada, Comares, 2000.

MANGAS NAVAS, JOSÉ M., *Cuadernos de Trashumancia*, Nº 0. Vías Pecuarias, Madrid, ICONA, 1992.

MARTIN CASAS, JULIO (coordinador), *Las vías pecuarias del Reino de España: un patrimonio natural y cultural europeo*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2003.

PALLARUELO, SEVERINO, *Pastores del Pirineo*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1988

RODRÍGUEZ PASCUAL, MANUEL: *La Trashumancia. Cultura, cañadas y viajes*, León, Edilesa, 2001.

VILLALVILLA, HILARIO: "Las vías pecuarias", en *Hiedra, Boletín de AEDENAT nº 8* (monográfico en defensa de las vías pecuarias), mayo de 1994, pp. 2 a 9.



# Vacunas y vacunación en los pequeños rumiantes

pR 7, núm. 3: 12-20 (2006)

S. MARTÍN  
CEVA SALUD ANIMAL  
sebastian.martin@ceva.com

Ponencia presentada en el XIV Congreso de la "Federación Mediterránea de sanidad y producción de Rumiantes". Lugo, 13 de Julio de 2.006

## INTRODUCCIÓN

La Inmunología Veterinaria es una de las herramientas que cada vez tiene más importancia en el quehacer del Veterinario puesto que *"más vale prevenir que curar"* ascendiendo la medicina preventiva a los primeros lugares en la producción animal. Es una ciencia abierta y compleja que ha avanzado considerablemente en los últimos años. Ya no sólo es la ciencia que se encarga de estudiar básicamente la "producción de anticuerpos (Ac), sueros y vacunas" sino que ya va formando parte de la vida cotidiana en muchas facetas. Así se habla no solo de inmunoprofilaxis, sino de inmunoterapia, inmunodiagnóstico, inmunofarmacología, inmunonutrición, inmunomodulación, etc, siendo estas herramientas básicas en un futuro más o menos próximo.

La Inmunología, a través del sistema inmune, interrelaciona numerosos órganos de los seres vivos, de modo que se implica en la regulación de numerosas funciones fisiológicas del organismo que debemos conocer para entender mejor su importancia en el animal. Por ejemplo: cuando un animal se pone en **contacto con un agente infeccioso**, se activa el sistema inmune y todo el organismo se adapta para el mejor control del mismo: **fiebre** -el aumento de temperatura dispara la alarma que pone en marcha ciertos mecanismos de destrucción de agentes patógenos, incrementándose la multiplicación de las células de defensa-; **decaimiento del animal** -el animal restringe sus movimientos para no gastar energía puesto que toda ella se pone a disposición del sistema inmune-; **pérdida del apetito** -la digestión es una de las funciones del organismo que más energía gasta-, etc. Es decir, los síntomas que el veterinario ve en el campo (fiebre, decaimiento y anorexia) son resultado de la

acción del sistema inmune frente al patógeno más que de la acción del patógeno en sí. Incluso influye en los parámetros productivos de las especies de abasto, ya que la activación del sistema inmune, (como respuesta, en ocasiones, a una agresión) produce una serie de sustancias -citoquinas- que pueden influir muy negativamente en el crecimiento de los animales (p.ej: inhiben las hormonas del crecimiento, provocan situaciones de hipoglucemia, etc).

La Inmunología es una ciencia con ciertas peculiaridades para cada especie animal que, el Veterinario especialista, en nuestro caso en los pequeños rumiantes, debe conocer para comprender su funcionamiento y establecer los aspectos más prácticos de esta ciencia en condiciones de campo.

## VACUNAS

*"En el manejo de los medicamentos, el conocimiento y la aplicación de buenas prácticas son imprescindibles para la obtención de los mejores resultados"*

## 1.- ¿Qué es una vacuna?

Es un producto biológico, compuesto líquido, que contiene una solución o suspensión de agentes infecciosos (completos o no) o de toxinas -en cualquier caso antígenos específicos- tratados para que pierdan su capacidad patógena (muerte o inactivación) a los que se le añade un adyuvante que potenciará la respuesta inmune.

El conjunto -antígeno (Ag)/adyuvante- permitirá estimular específicamente el sistema inmunitario del animal vacunado con el fin de instaurar una protección inmunológica (inmunidad humoral y/o celular) frente a patógeno/s incluido/s en la vacuna durante un plazo más o menos largo.

## 2.- Antígenos y adyuvantes

Uno de los puntos clave para entender el funcionamiento de las diferentes vacunas es, precisamente, tener claro su composición antigénica y el adyuvante que incorporan.

Atendiendo al antígeno, las vacunas las podemos clasificar en:



El autor impartiendo la conferencia, en el "XIV Congreso de la Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes".



**ANACULTIVO**- Cualquier cultivo de un agente infeccioso cuya capacidad patógena ha sido eliminada bien por métodos físicos (calor) o químicos (formol). Sólo se refiere, exclusivamente, al cultivo del microorganismo, no indica nada respecto a la capacidad antigénica que conserve ni a los factores de virulencia que elimina.

**VACUNA MUERTA**- Es un anacultivo, pero que necesariamente mantiene su capacidad inmunógena y, por tanto, contiene los antígenos frente a los que pretendemos vacunar. Toda vacuna muerta, partirá de un anacultivo, pero no todo anacultivo podrá ser una vacuna.

**BACTERINA**- Vacuna muerta completa de naturaleza bacteriana.

**TOXOIDE Ó ANATOXINA**- Es la toxina inactivada a la que se le ha hecho perder su capacidad tóxica.

**VACUNA VIVA**- Contiene los microorganismos metabólica y antigénicamente completos.

**VACUNA VIVA ATENUADA/INACTIVADA**- (la mayoría de las víricas son atenuadas). La vacuna viva atenuada es una vacuna viva cuya virulencia ha sido disminuida por medios naturales: pases sucesivos por animales de experimentación, por hospedador no natural, por cultivos celulares sucesivos, por cultivo en medios limitantes (donde es restringido algún factor de crecimiento o nutriente) o por cepas manipuladas genéticamente para incapacitarlas en la expresión de uno o varios genes que se relacionan con la virulencia. La inactivación suele ser un proceso en el que se incapacita al microorganismo para la reproducción. Es lo mismo que el efecto

bacteriostático de los antibióticos (impide la replicación).

#### Atendiendo a los adyuvantes:

Con la vacunación se pretende simular una infección natural a la que el organismo responde con la activación del sistema inmune. En la infección natural el animal recibe un contacto normalmente "constante" con el agente agresor (antígeno).

Los adyuvantes permiten presentar al sistema inmune los antígenos incorporados en las vacunas de forma continuada en el tiempo, simulando lo que ocurre en la naturaleza.

Los adyuvantes de por sí, ya son unas sustancias extrañas para el organismo, por lo que su presencia ya activa al sistema inmune: se incrementa la producción de interleuquinas, lo que incrementa la multiplicación de células defensivas, etc.

Adyuvante de referencia: **El hidróxido de aluminio**; muestra un excelente compromiso «reacción local/eficacia». Actúa por depósito en el punto de inoculación, por lo que puede generar focos de inflamación. Muy eficaces cuando se requiere la activación de la respuesta humoral con generación de elevadas cantidades de anticuerpos. P. Ej.: frente a toxinas.

Actualmente, el desarrollo de nuevos adyuvantes es uno de los campos en los que más se está avanzando a nivel de investigación, ya que tan importante es contar con el antígeno adecuado en la vacuna como con el adyuvante que optimice la presentación del antígeno al sistema inmune permitiendo su mejor respues-

ta. Ejemplos de adyuvantes en los que se está investigando son: saponinas, ISCOM, interleuquinas, inmunoestimulantes como el levamisol, melatonina, etc.

#### 3.- Importancia de los estudios epidemiológicos en el diseño de los productos vacunales

Uno de los aspectos clave en el diseño de vacunas frente a una determinada enfermedad son los estudios epidemiológicos que indiquen qué agentes patógenos, o qué especies dentro de un mismo género, o qué toxintipos dentro de una misma especie están presentes en el mapa microbiológico de la zona en la que se pretende usar la vacuna posteriormente. En este sentido la Epidemiología Veterinaria no está, a mi juicio si lo comparamos con la Medicina Humana, teniendo un papel relevante por lo que en un futuro sería de desear que tanto Laboratorios productores de vacunas como Instituciones Científicas Veterinarias apoyaran este tipo de estudios, de gran utilidad para el control de las enfermedades.

#### 4.- Conservación-embalaje de las vacunas

Si bien es clara la importancia tanto del antígeno como el adyuvante en la composición vacunal, no es de menor importancia el embalaje a realizar para asegurar su correcto transporte y mantenimiento de la cadena de frío.

Los últimos avances en este tipo de embalaje aparecidos en el mercado español de vacunas para pequeños rumiantes hace referencia a:

-**Caja de cartón aluminio**: permite la mejor transmisión del frío desde la nevera a la vacuna.

-**Efecto tampón térmico del disolvente sobre el liofilizado**. Fuera de lo que pueden ser aspectos de marketing, lo importante es intentar asegurar el manteniendo de la temperatura de conservación constante (normalmente el fabricante indica entre 2-8°C). Así por ejemplo, en vacunas que se

Seleccionar el sitio correcto para la inoculación: por vía intramuscular son adecuados los músculos del cuello y para la utilización de la vía subcutánea la piel del cuello y la axila. La zona corporal seleccionada debe estar limpia.





componen de un liofilizado a reconstituir en un diluyente, este puede utilizarse como tampón térmico siempre y cuando esté en contacto con el liofilizado. Además, se evitan espacios muertos en la caja, lo que también es importante desde un punto de vista práctico en el almacenaje en frío de las vacunas.

### 5.- Seguridad-confianza en los productos biológicos

El Veterinario, el productor y el consumidor –que somos todos- exigimos unos productos medicamentos para la mejora de la producción animal con la garantía de seguridad absoluta. Por supuesto que esta sólo se conseguirá en el caso de haber respetado las condiciones de utilización marcadas.

De ahí, que cada vez más la **Agencia Española del Medicamento (Ministerio de Sanidad y Consumo)** esté muy focalizada en el cumplimiento de la **FARMOCOVIGILANCIA VETERINARIA**:

*De acuerdo con el RD 109/1995 de medicamentos veterinarios y con la directiva 2001/82/CE modificada por la Directiva 2004/28/CE por la que se establece un código comunitario sobre medicamentos veterinarios, cualquier sospecha de reacción adversa grave o inesperada o de reacción adversa en el ser humano debe ser inmediatamente notificada al laboratorio titular del medicamento o a la Agencia Española de Medicamentos y Productos*

*Sanitarios. Existe para ello un formulario de Notificación de supuestas reacciones adversas que debe rellenarse con el máximo de información posible sobre el caso. Dicho formulario puedes encontrarlo en: [www.agemed.es/index.htm](http://www.agemed.es/index.htm)*

La investigación en el establecimiento de protocolos de seguridad previos a la comercialización/utilización de las vacunas es esencial para este tipo de productos medicamentosos. Varios grupos de Investigadores realizan su labor en este sentido. Sin embargo, más estudios son necesarios (y de forma continuada); y por tanto, la colaboración entre los Laboratorios productores y los centros de investigación, parece día tras día ser más importante.

### VACUNACIÓN

#### 1.- ¿Qué es la vacunación?

La vacunación es una herramienta de prevención que permite al sistema inmune del animal vacunado desarrollar una respuesta específica frente a una posible agresión. En la mayoría de las ocasiones se alcanza una protección inmunológica adecuada reduciendo la posibilidad de contraer la infección. **Ha demostrado ser el método más eficaz y económico para controlar determinadas enfermedades de carácter infeccioso.**

Podemos decir que la vacunación es un “método indirecto de actuación sobre el animal” si lo comparamos con la administración de un antibiótico, un antiparasitario

u otro tipo de medicamentos (vitaminas, etc), puesto que su éxito depende en gran medida de la condición del sistema inmune del animal vacunado y de diversas circunstancias que le rodean. Más indirecto todavía es la utilización de la “**vacunación calostroal**” (inmunoprofilaxis lactogénica), de gran importancia en los rumiantes en general –ver apartados más adelante- ya que su eficacia dependerá, además de la vacunación de la madre y de la situación de su sistema inmune, de las condiciones de administración del calostro a los neonatos.

A pesar de que la acción de vacunar sea individual, de manera zootécnica en el ganado ovino y caprino, se considera el lote o incluso el rebaño como unidad de trabajo.

La variabilidad individual existente en cuanto a la respuesta a la vacunación puede hacer que en condiciones ideales sea muy difícil conseguir un 100% de la protección inmunitaria deseada.

Desde un punto de vista más práctico tampoco debemos olvidar que **la vacunación debe ser una herramienta cuyo fin es mejorar la salud del rebaño para evitar pérdidas económicas y, por tanto, mejorar la rentabilidad de las explotaciones.**

Diversos factores, debidos tanto a los animales como al producto vacunal, como al material utilizado en la vacunación, pueden variar la eficacia de la vacunación o el grado de protección inmunológica adquirida tras la misma.



## 2.- Condiciones ideales para realizar una correcta vacunación

De los animales: cuidados antes, durante y después de la vacunación:

- Es esencial solo vacunar animales en buen estado general (sólo los ANIMALES SANOS tienen capacidad para responder ante las vacunas): alimentación equilibrada; desparasitados (los parásitos consumen mucha energía, necesaria para que el sistema inmune reaccione de forma adecuada a la vacunación, y condicionan y desvían la respuesta inmune a Th2); sin fiebre (una temperatura corporal por encima de lo normal puede indicar que el animal está respondiendo a otra infección, por lo que su sistema inmune desviará la atención de la vacunación; por otro lado, este aumento de la temperatura puede eliminar las bacterias incluidas en las vacunas vivas); buena condición corporal; no sometidos a condiciones de estrés (produce inmunodepresión).

- Identificar los animales vacunados y hacer un seguimiento del estado general (no olvidar que el estrés producido por la vacunación puede favorecer la aparición de infecciones latentes en el rebaño) así como del punto de inoculación.

- Seleccionar el sitio correcto para la inoculación: por vía intramuscular son adecuados los músculos del cuello y para la utilización de la vía subcutánea la piel del cuello y la axila. La zona corporal seleccionada debe estar limpia.

- Durante la vacunación es importante que el animal este suficientemente quieto y tranquilo, ello evitará accidentes y disminuirá el estrés que conlleva esta manipulación.

- Evitar realizar la vacunación en días húmedos y en los que se ha sacado el abono puesto que se aumenta la posibilidad de contaminación del punto de inoculación. De forma particular, tener en cuenta la sensibilidad a veces exacerbada de las cabras a cualquier acto médico.

### De la vacuna y los protocolos de vacunación

Determinar la vacuna (por composición) y el programa vacunal más adecuados atendiendo a los antecedentes patológicos de la explotación y de otras ubicadas en la misma área, al sistema productivo y reproductivo seguido (a la carta en cada explotación en dependencia de sus necesidades intentando no sobrecargarlos). Hay que tener en cuenta que la vacunación no es un tratamiento aislado sino que requiere de una doble dosificación (en la mayoría de los casos en primovacunas –ver apartado 3, más adelante) y de dosis de recuerdo cada cierto periodo, y en parto si queremos realizar una vacunación calostroal (ver apartado 4, más adelante).

Respetar la cadena de frío sin olvidar que las vacunas vivas solo se conservan unas pocas horas una vez abiertas. En el momento inicial de su manipulación cerciórese del aspecto homogéneo del frasco. Una vez vacunados todos los animales propuestos descarte los sobrantes vacunales.

Antes de su uso leer detenidamente el prospecto prestando especial atención a la fecha de caducidad de la vacuna, la dosis adecuada siguiendo la vía de inoculación descrita y los intervalos entre vacunaciones



### Del instrumental necesario

El material reservado para la inoculación (jeringuillas, pistola vacunadora o vacunador y agujas) debe estar estéril y mejor ser de un solo uso.

En el momento de la inoculación colocaremos todo el material necesario en un lugar limpio, cómodo para el manipulador y seguro para evitar accidentes.

La utilización de guantes de látex de un solo uso permitirá una manipulación higiénica. Si es necesario la recomposición de la vacuna utilice el material anexo.

Las agujas a utilizar deben ser adecuadas al tipo de animal a vacunar: como norma general para animales adultos es suficiente con agujas de un calibre entre 16 y 18 y con una longitud de 12 a 25 mm para inoculaciones subcutáneas y de 25 a 40 mm para las inoculaciones intramusculares. Idealmente utilizar agujas nuevas para cada animal o, como mínimo, cambiarlas cada 10 animales.

Cuando se esté cargando la jeringuilla expulsar el aire fuera de la jeringuilla para depositar la dosis correcta.

### 3.- Respuesta vacunal

Como se ha desarrollado previamente, estrictamente el cometido de una vacunación es la estimulación del sistema inmune del animal vacunado (respuesta vacunal) para que proporcione un umbral de defensa humoral y/o celular por encima del considerado básico, que permita resolver una futura posible infección.





Si el tipo de vacunación realizada responde a Th-2 (mayoritariamente humoral), una de las medidas más objetivas para medir la eficacia de la primovacunación es analizar la seroconversión producida en un número representativo de animales vacunados entre los 15 días y 3 meses posteriores a la vacunación. Sin embargo, en animales que han podido tener contacto con el agente patógeno la seroconversión sólo es válida si se ha utilizado vacunas marcadas.

**Primovacunación:** Entendemos por primovacunación el primer contacto del animal con una vacuna determinada independientemente de la edad en la que se practique la citada vacunación. Este hecho es importante, puesto que para conseguir una correcta primovacunación con la mayoría de las vacunas –a excepción de las vivas–, es necesario que el animal reciba dos contactos con el antígeno, lo que se denomina “*efecto booster*”:

Tras la segunda inoculación, el batallón de linfocitos B de memoria específicamente generados en el primer contacto con el antígeno, se movilizan rápidamente y producen una mayor cantidad de anticuerpos específicos. De aquí la importancia de una segunda inoculación en la primovacunación para conseguir una respuesta vacu-

nal más eficaz. Además, la aparición de las IgG es mucho más rápida, acortando el periodo de latencia. Clásicamente se establece un periodo de 3 a 6 semanas entre las dos inoculaciones.

Si la primovacunación se realiza sobre animales neonatos, debemos recordar que su sistema inmunitario NO es totalmente maduro, aunque puede responder pocos días después del nacimiento. La reacción será más lenta y menos eficaz que el de un animal adulto. Además, tenemos que tener en cuenta las posibles interferencias con los anticuerpos colostrales.

**Revacunación:** La respuesta generada en la primovacunación no es de por vida, ya que la población de células B de memoria desaparece y, por lo tanto, la capacidad de luchar eficientemente contra el Ag disminuye con el tiempo.

La inoculación de recuerdo a intervalos regulares (normalmente bianual) permite mantener la respuesta inmunitaria a largo plazo. En estas inoculaciones de recuerdo, la movilización de los linfocitos B sensibilizados previamente, así como la generación de más linfocitos de memoria, es más eficiente, por lo que la producción de anticuerpos (fundamentalmente IgG como ya se ha explicado) es mayor y más rápida, obteniéndose así una respuesta inmunita-

ria más especializada para ese tipo de antígeno concreto.

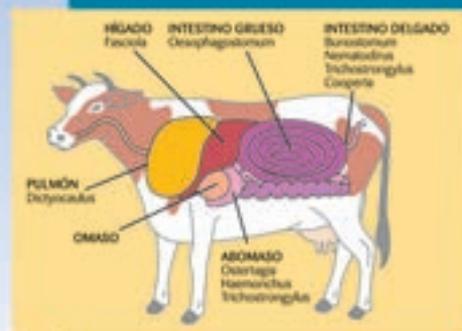
**Muy importante:** la revacunación cada 6 meses es esencial en vacunaciones en las que se desencadena fundamentalmente la vía humoral (Th- 2: genera poca memoria) (p. Ej.: vacunación frente a las enterotoxemias; durante 6 meses aproximadamente tras la vacunación hay liberación constante de antígeno y por tanto estimulación constante de linfocitos B con la consecuente producción de Ac. Pasado este tiempo, y dado que en este tipo de respuesta no se genera una gran memoria, no hay estimulación y por tanto no hay producción de Ac y los animales quedan desprotegidos).

#### Interpretación/medición de resultados

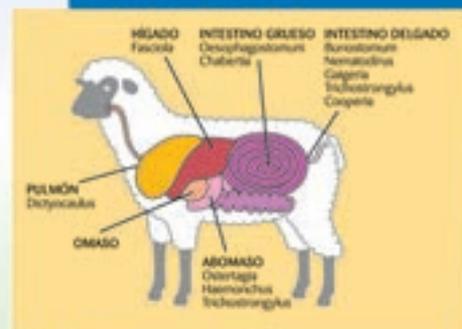
La cantidad de un anticuerpo específico frente a un agente patógeno que tiene el suero sanguíneo (o colostrales) de un animal se mide mediante lo que se denomina “título sérico de anticuerpos”. Pej.: en una muestra de sangre que recibimos del laboratorio nos dicen que el título frente a una determinada enfermedad es 1/128 ¿qué significa? Que el suero sigue teniendo anticuerpos específicos después de ser diluido 128 veces. Cuanto más alto es el denominador, más diluida está la muestra y por



# Endex. El antihelmíntico de amplio espectro contra parásitos internos del ovino y bovino



Vermes del vacuno



Vermes del ovino



Endex se presenta en recipientes columbus® de 0,8 l. y 2,2 l. listos para usarse como botellas convencionales o en mochila. Los tapones (azul para ovino y rojo para vacuno) están provistos de una canilla para una mejor adaptación de las pistolas dosificadoras.

Endex constituye una combinación única de productos (levamisol y triclabendazol) que controla las fasciolas inmaduras precoces, inmaduras y adultas, así como vermes estomacales, intestinales y pulmo-

nares. Endex reduce la contaminación por huevos de parásitos en los pastos. Otras ventajas son su bajo volumen de dosificación, su buena tolerancia y el incremento de los beneficios de producción.



## ENDEx®

ENDEx® 8,75%. Composición: Triclabendazol, 5,0%; Clorhidrato de levamisol, 3,75%. Indicación: nematocida y fasciolicida de administración oral para el ganado ovino. Tiempo de espera: Carne: 28 días. Leche: No administrar a animales que producen leche para consumo humano. El tratamiento durante el período seco debe administrarse antes de los 7 días precedentes al parto. Precauciones: mantener el producto fuera del alcance de los niños. Limpiar el equipo dispensador antes y después de su uso. Lavarse las manos después de usar el producto. No contaminar cursos de agua. Destruir los envases vacíos de acuerdo con las normas. Dispensación: Con prescripción veterinaria. Nº de registro: 1.847 ESP. Novartis Sanidad Animal S.L. Marca registrada de Novartis, S.A. - Banco Gestol



tanto indica una mayor concentración de anticuerpos en el suero. Este título puntual no proporciona demasiada información, ya que puede estar condicionado por numerosos factores: contacto puntual con el antígeno, etc. Una mayor información nos la da su evolución: seroconversión y **cinética de anticuerpos**. La cinética de anticuerpos en la sangre nos describe la cantidad (título) y duración de los anticuerpos circulantes en el tiempo. Por debajo del umbral de protección, el animal no tiene defensas para asegurar una respuesta eficaz frente a una hipotética agresión del agente patógeno.

**Seroconversión:** un animal antes de haber tenido contacto con un agente patógeno o ser vacunado no presenta anticuerpos específicos en su sangre, es seronegativo. Después del contacto con el antígeno (infeccioso o vacunal) se produce la seroconversión al poder detectarse títulos positivos de anticuerpos específicos en su sangre (ya es seropositivo). Esta conversión puede usarse a nivel diagnóstico teniendo en cuenta que las muestras se deben tomar de forma pareada con un intervalo mínimo de 15 días. La seroconversión en cuanto a la vacunación mide la capacidad antigénica de la vacuna.

El mero hecho de hacer un perfil sérico proteico o determinar la cinética de anticuerpos específicos para una determinada enfermedad NO va a dar la información completa sobre el estado inmunológico del animal en general o frente a esa determinada enfermedad, ya que por un lado sólo estamos valorando la respuesta humoral y además sólo la sistémica sin tener en cuenta la que se produce a nivel local.

#### ¿Cómo puedo medir la capacidad inmunológica del rebaño?

Resulta difícil ya que como hemos visto debemos de tener en cuenta la inmunidad celular y la humoral, y que además en ambas, parte de la respuesta se genera a nivel local y otra parte a nivel sistémico. Hoy por hoy los análisis rutinarios que se realizan suelen ser de muestras sanguíneas (por tanto sólo reflejan la inmunidad sistémica) y para medir únicamente anticuerpos (por lo que no se valora la inmunidad celular). Teniendo en cuenta estas premisas, realizar el perfil proteico del suero observando el % o concentración de inmunoglobulinas de un número más o menos representativo de animales puede indicarme el estado inmunitario del rebaño.

#### Fallo en la respuesta vacunal

Según lo citado en el apartado 3, el fallo en la respuesta vacunal será la no consecución de la protección inmunológica deseada, es decir una disminución de la eficacia de la vacunación que no ha conseguido la respuesta suficiente en un notable número de animales vacunados. ¿En qué porcentaje este fallo es debido a la propia vacuna –fallo vacunal–? Es difícil de valorar puesto que son muchos los factores que intervienen.

Cuando se presentan los fallos en la respuesta vacunal y antes de achacar el problema a la vacuna en cuestión, es importante descartar otros factores relacionados con los animales y con el material utilizado para la vacunación que pueden también influir. Además, debemos de descartar otras situaciones a menudo frecuentes:

- A veces, lo que realmente ha habido es un mal diagnóstico y no se ha vacunado frente al agente que hay que combatir.
- En otros casos, lo ocurrido es la mala elección de la vacuna por no tener entre sus objetivos el agente patógeno (o su toxina) en cuestión.
- No son fallos vacunales intentar obtener una respuesta terapéutica en vez de profiláctica.

Reacciones generales tales como fiebre, decaimiento, anorexia, infartación de los ganglios proximales al sitio de inoculación (indica la mayor división y proliferación de células inmunes), pueden ser reacciones observadas tras la vacunación sin que puedan considerarse reacciones adversas. Sin embargo, si tras una determinada vacuna se presentan tales síntomas, estas deben describirse en el prospecto del producto vacunal.

El buen conocimiento del producto vacunal (muy importante seguir correctamente las indicaciones del prospecto) así como de su manipulación y utilización son armas imprescindibles para evitar la aparición de fallos en la respuesta vacunal y/o reacciones adversas.

#### 4.- El calostro: inmunoprofilaxis lactogénica. Gran importancia para los pequeños rumiantes neonatos.

Capítulo aparte merece el calostro y su importancia en los pequeños rumiantes neonatos. El calostro es la primera secreción láctea, “primera leche” de las hembras mamíferas después del parto. Contiene un nivel alto de varios nutrientes fundamentales para la salud y viabilidad de la cría. Entre ellos destaca las inmunoglobulinas presentes de forma muy concentrada en el calostro. Este hecho es fundamental en el ganado ovino y caprino debido al tipo de placenta sindesmocorial que poseen. A diferencia de la especie humana la placenta de lo pequeños rumiantes se compone de numerosas capas que separan la sangre materna y fetal. Por ello, el paso de anticuerpos de un compartimento al otro es imposible durante la gestación y los corderos y cabritos nacen sin anticuerpos en su sangre procedentes de su madre.

Así, la correcta ingestión de calostro materno provee a estos neonatos de la primera fuente natural, específica y eficiente de protección inmunológica frente a una variedad de microorganismos patógenos



presentes en el medio. Por tanto, una de las estrategias más importantes para mantener con vida y con buena salud a los corderos es asegurarse de que reciban la cantidad y calidad de calostro adecuada durante las primeras dos o tres horas de vida.

El fenómeno de la transferencia de las inmunoglobulinas (Ig) desde la luz intestinal hasta la sangre del recién nacido tiene un tiempo limitado, comenzando su regresión progresiva a las 12 horas de vida y finalizando aproximadamente a las 24 horas. Estos periodos varían para las diferentes Ig, siendo inferior para las Ig más pesadas (IgM: pentámero). También varían a la baja si el animal está estresado (p.ej.: frío, hacinamiento, etc)

#### La composición inmunológica del calostro:

- **Inmunoglobulinas** (fundamentalmente IgG, IgM e IgA) que serán absorbidas por los enterocitos únicamente durante las 24 primeras horas de vida. A partir de ahí las inmunoglobulinas (sobre todo IgA) presentes en la leche producirán una inmunidad local. Un calostro de alta calidad debe contener >50 mg de inmunoglobulinas/ml. Este dato es importante para determinar la valía de sustitutos de calostros (ojo!!!! suplementos comerciales).

- **Leucocitos** que participan en la inmunidad celular del cordero neonato: solo pueden absorberse los leucocitos de la madre biológica del cordero, lo que explica que los calostros de otras hembras o de otras especies sean menos eficaces. Los leucocitos maternos del calostro que no sean absorbidos por el neonato ejer-

cen un efecto protector a nivel local intestinal.

- **Citoquinas e interferón:** que como hemos descrito desempeñan funciones de regulación del sistema inmune y otras funciones fisiológicas

Conforme avanza la lactación el calostro se convierte en leche evidenciándose cambios en su composición inmunológica. El hecho de que la mayoría de la IgG e IgM del calostro provenga del suero sanguíneo nos permite saber cual será la cantidad de estas Ig en el calostro (y por tanto saber la capacidad inmunológica humoral de este calostro) fácilmente sólo mediante la determinación de la concentración de Ig en una muestra de sangre tomada en un momento próximo al parto.

#### Condiciones idóneas de ingestión de calostro por los pequeños rumiantes neonatos

*“Todos los corderos recién nacidos necesitan calostro”*

Como norma en los pequeños rumiantes debemos administrar la cantidad de calostro equivalente al 10% del peso vivo durante las 12-24 primeras horas de vida (p. Ej: un cordero de 4,5 kg debe recibir 450 gr de calostro en ese periodo, recibiendo la mitad entre las 4 a 8 horas después del nacimiento). Se debería permitir que los corderos mamen de sus madres lo antes posible. En muchas ocasiones se debe ayudar al recién nacido: **AHIJAMIENTO**, esta práctica es más eficiente que el posterior suministro de calostro por biberón. Las tomas deben ser entre 60 a 120 gramos a intervalos de 3 a 4 horas.

Es importante retirar el calostro rápidamente de la ubre de la madre después del parto (mediante lactación u ordeño), ya que después del parto no se forman más proteínas calostrales y comienzan procesos de reabsorción y degradación de las mismas así como de otros componentes del calostro. Se considera que un calostro retenido en la ubre conserva una buena calidad sólo durante 2-4 horas.

Es crítico el que los corderos y cabritos reciban el calostro durante las primeras 24 horas de vida para asegurar la correcta absorción de anticuerpos. El tamaño de los poros intestinales existentes entre los enterocitos de los recién nacidos (permeabilidad intestinal) solo es lo suficientemente grande para el paso de las inmunoglobulinas durante las primeras 24 horas de vida. A diferencia de otras especies animales en los rumiantes se absorben todos los tipos de inmunoglobulinas presentes en el calostro

#### Indicadores de la calidad inmunológica del calostro y de una buena transferencia de anticuerpos calostrales al neonato

En condiciones de campo se suele utilizar un densitómetro (calostrómetro): nos indica la densidad del calostro. Ésta está directamente relacionada con la concentración de proteínas presentes en el mismo, lo que nos da una ligera idea de la cantidad de inmunoglobulinas que contiene el calostro.

Sin embargo, para tener una mayor certeza es conveniente realizar un perfil proteico sobre una muestra de calostro: específicamente nos indicará el contenido en Inmunoglobulinas.

Durante la etapa de transferencia de anticuerpos calostrales, parte de ellos se elimina simultáneamente por la orina del neonato (se produce una inmunoglobulinuria= proteinuria). Por ello, la utilización de una tira reactiva para la detección de proteínas en orina nos indicará de forma indirecta la transmisión de anticuerpos calostrales. La proteinuria solo se produce mientras dura la transmisión de anticuerpos calostrales.

#### Vacunación de las madres en parto

La vacunación de las madres antes del parto permite enriquecer inmunológicamente el calostro: es el principio de la “vacunación calostrál”. Además, los títulos de anticuerpos específicos en leche son muy superiores y aunque no serán





absorbidos vía intestinal, proporcionarán al cordero inmunidad local.

En caso de primovacunación y para asegurar un enriquecimiento máximo del calostro, es necesario separar la inoculación del parto al menos de 2 a 6 semanas como máximo, obteniéndose los mejores resultados cuando la inoculación se realiza a las 3 semanas preparto.

En las ovejas no vacunadas en preparto la caída de los títulos de anticuerpos en leche y calostro es más pronunciada que en las

ovejas vacunadas en el preparto (inoculación entre 3-6 semanas previas al parto).

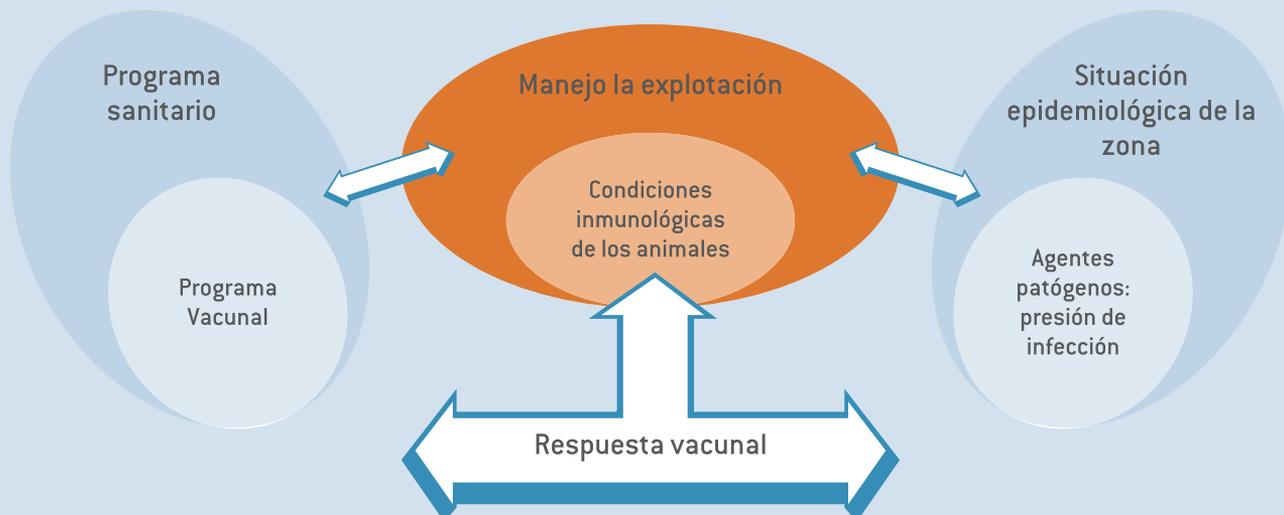
La vacunación en preparto de las madres es fundamental para proteger al neonato contra las enfermedades de los 2-3 primeros meses de vida. Posteriormente, la eficacia de la vacunación calostrual dependerá de la cantidad y calidad del calostro administrado, permitiendo a los neonatos retrasar la susceptibilidad a las infecciones hasta por lo menos las 6-8 semanas de vida.

Si se produce un buen suministro y apro-

vechamiento del calostro, el suero de los recién nacidos de madres vacunadas en preparto presenta títulos más elevados de anticuerpos específicos y durante más tiempo manteniendo un nivel de defensa inmunológica superior al umbral. En neonatos de madres no vacunadas la **zona de indefensión inmunológica** (zona en la que el nivel de anticuerpos en suero está por debajo del umbral de protección) es mayor que en neonatos amamantados por madres vacunadas.

### MIS ANIMALES ESTÁN VACUNADOS, PERO... ¿ESTÁN PROTEGIDOS?

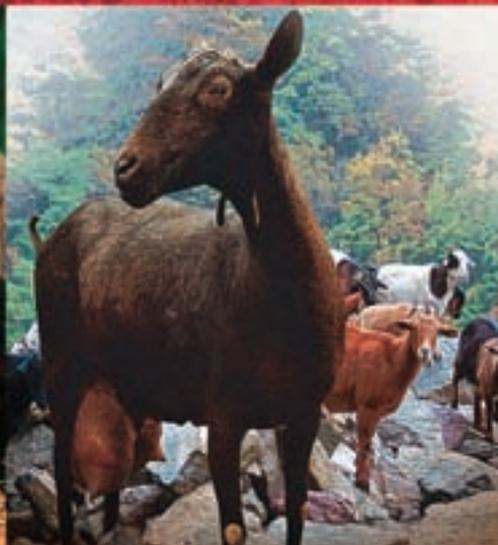
La vacunación es un acto seguro, aunque conlleva ciertos riesgos que deben ser siempre valorados y tenidos en cuenta tanto por el Veterinario como por el propietario de los animales.



A lo largo de todo este texto ha quedado refrendado la importancia de diversos parámetros en la respuesta vacunal, no sólo en cuanto a la vacuna, al animal y al acto de la vacunación, sino también como se muestra en el gráfico anterior la interrelación entre el programa vacunal dentro del programa sanitario integral de la explotación, las condiciones inmunológicas del rebaño dentro del manejo general de la explotación y todo en una situación sanitaria influida por el entorno. De aquí que siempre tenemos que tener muy en cuenta que la vacunación como herramienta preventiva para el control de patologías debe de realizarse en unas condiciones óptimas y para ello siempre debe venir asociada a la **profilaxis zootécnica**, es decir, asociada a todos aquellos aspectos que mejoren las condiciones de producción de los animales.



INMUNOLÓGICO FRENTE A LAS ENTEROTOXEMIAS



# Syva-Bax



COMPOSICIÓN POR 200 ml: Cantidad suficiente de las distintas cepas para lograr en el animal control un nivel de Toxide de C. perfringens Tipo A, B, E y D 5,2 U.I. de antígeno-unidad de suero de conejo, 10 U.I. de antígeno 200 de suero de conejo, 0 U.I. de antígeno 200 de suero de conejo, Toxide de C. perfringens 33 U.I. de antígeno-unidad de suero de conejo, Toxide de C. perfringens 33 U.I. de antígeno-unidad de suero de conejo, Cultivo de C. perfringens 100% de protección por enterotoxinas (EPEC) y ESPORAS DE (EPT) Bacterias, toxinas, organismos inmunogénicos contra toxinas al lactante enterotoxinas, la hepatitis infecciosa neonatal, el adenoma maligno y del enterocitoma asociado por C. perfringens Tipo A, B, E y D, C, pleurovici, C. novyi, C. novyi, C. novyi. PRECAUCIONES: Antes de utilizar la vacuna, vaciar del refrigerador y dejar que la temperatura se equilibre con la de la sala donde se procesará a la vacunación. Agitar vigorosamente antes y durante su empleo. El contenido del envase debe ser utilizado inmediatamente. No guardar almacenar para posteriores sesiones. Vacunar animales con buen estado sanitario. EFECTOS SECUNDARIOS: No animales con predisposición pueden producirse reacciones alérgicas, hecho que sucede en raras ocasiones. CONTRAINDICACIONES: No administrar a animales con hipertermia o inmediatamente antes de ser transportados. TEMPO DE EXPIRACIÓN: Caso de uso. PRESENTACIONES: Syva-Bax con 100 ml y 250 ml Reg. Nº 1388/200

laboratorios syva s.a.

Av. Párroco Pablo Díez, 49-57

24010 LEÓN-ESPAÑA

Tel. 987 800 800 • Fax 987 802 452

e-mail: mail@syva.es • www.syva.es



# Análisis de las investigaciones publicadas en la bibliografía internacional en España II: Caprino y especies cinegéticas

pR 7, núm. 3: 22-25 (2006)

J.A. ABECIA

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos Facultad de Veterinaria.  
Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza  
alf@unizar.es

## INTRODUCCIÓN

Tras el análisis de la bibliografía internacional publicada por los grupos de investigación españoles sobre la especie ovina (Abecia, 2005), se ha intentado ampliar dicha información en lo referente a la especie caprina y a las especies cinegéticas. Como ya se comentó, el sistema científico español prima la publicación de trabajos científicos en revistas incluidas en el *Journal of Citation Index*, es decir, publicaciones que tengan lo que se conoce como "Índice de Impacto", medida de la frecuencia en la que un "artículo medio" ha sido citado en un año en particular. El índice de impacto ayuda a evaluar la importancia relativa de una revista científica, especialmente cuando se compara con otras del mismo campo. De esta manera, la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI), a la que le corresponde llevar a cabo la evaluación de la actividad investigadora de los profesores universitarios y de las escalas científicas del CSIC, indica la necesidad de publicar un determinado número de trabajos en este tipo de revistas científicas.

En el caso del ganado ovino, hasta finales de 2005, se habían publicado en este tipo de revistas casi 60.000 trabajos a nivel mundial, siendo realizados en grupos españoles 1844 (Abecia, 2005), lo que nos colocaba en un séptimo lugar dentro del ranking mundial. El objetivo de este trabajo ha sido recopilar, siguiendo una metodología similar, la bibliografía existente sobre el ganado caprino y las especies cinegéticas, analizando los grupos de investigación más relevantes, años de publicación y revistas en las que se han publicado dichos trabajos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para obtener los outputs en el presente trabajo, se ha utilizado como herramienta

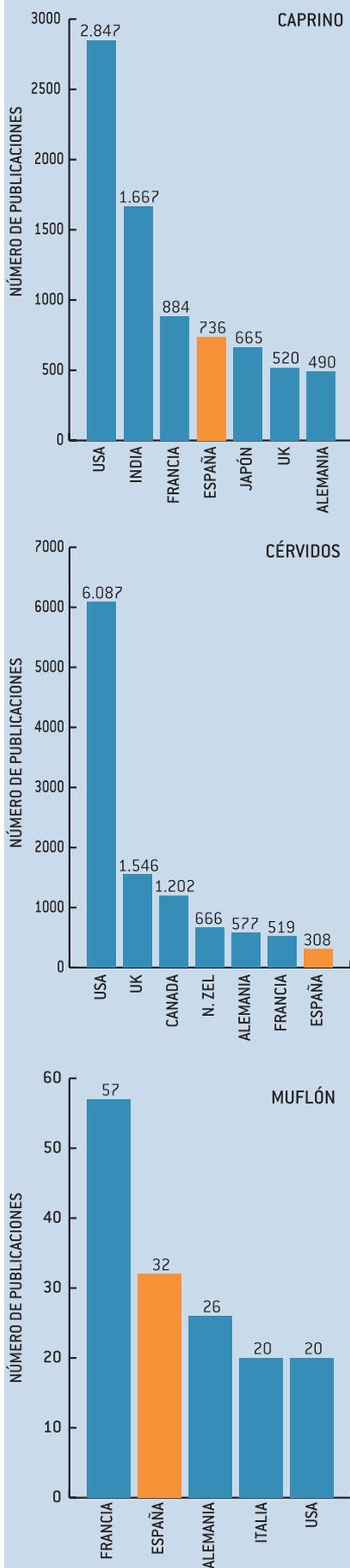


Foto: A. Toledano

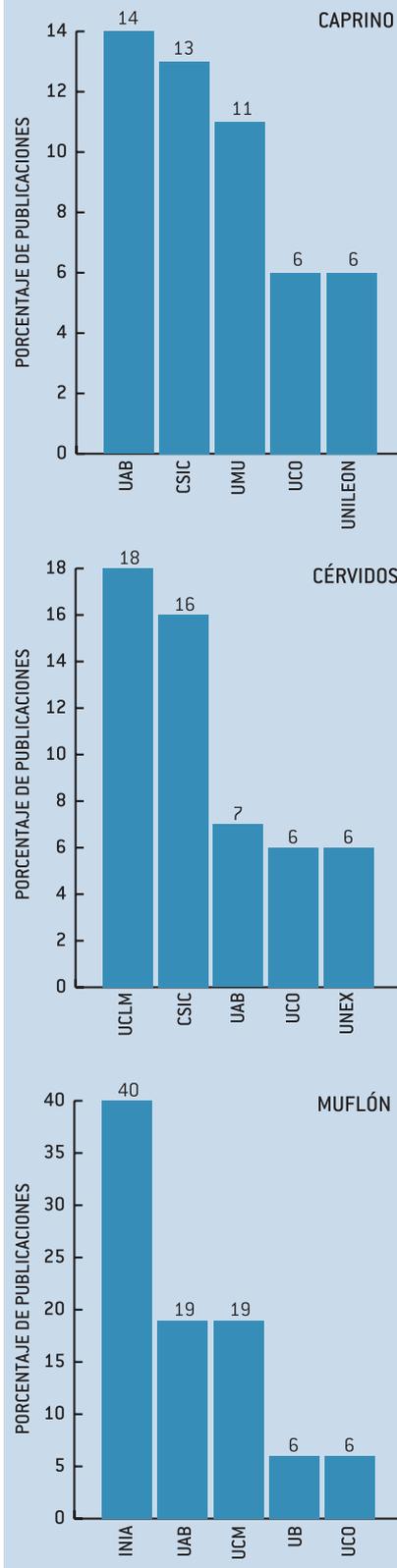




**Figura 1.** Número de publicaciones desde 1945 hasta la fecha, sobre cada una de las especies estudiadas, en función del país.



**Figura 2.** Porcentaje de publicaciones, por institución española, sobre cada una de las especies estudiadas (UAB: Univ. Autónoma Barcelona; CSIC: Consejo Superior Investigaciones Científicas; UMU: Univ. Murcia; UCO: Univ. Córdoba; UNILEON: Univ. León; UCLM: Univ. Castilla-La Mancha; UNEX: Univ. Extremadura; INIA: Instituto Nacional Investigaciones Agrarias Madrid; UCM: Univ. Complutense Madrid; UB: Univ. Barcelona).



la *Web of Science* dentro del *ISI Web of Knowledge*. (<http://portal.isiknowledge.com>), que rastrea los trabajos publicados desde 1945 hasta la fecha. Se ha realizado una búsqueda general (*General Search*), introduciendo como palabras clave en el apartado **TOPIC** los nombres de la especie (*goat-caprino-, deer, red deer, roe deer, etc-cérvidos, mouflon-muflón*), y en el apartado **ADDRESS** la palabra *Spain*. Se han analizado, para cada especie, los grupos de investigación, los años de publicación, las revistas, además de una comparación con otros países.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comparación internacional

La Figura 1 muestra el número de publicaciones para cada especie en diversos países. Al igual que para el ovino (Abecia, 2005), USA ocupa el primer lugar en el caso del caprino y los cérvidos, no así para el muflón, que es liderado por Francia. España ocupa el cuarto lugar en el ranking de publicaciones sobre caprino, con un 5,6% del total de las publicaciones (736 de 13.079). Para los cérvidos, España ocupa el séptimo lugar, con 308 trabajos publicados de un total de 14.276, y un interesante segundo lugar en el caso del muflón, con un 14% de todos los trabajos publicados (32 de 231).

### Centros de investigación

En la Figura 2 se muestran los centros de investigación que lideran las publicaciones científicas internacionales en estas especies. En el caso del caprino, es la Universidad Autónoma de Barcelona y más concretamente, uno de los grupos de investigación del Departamento de Ciencia Animal de su Facultad de Veterinaria, la institución que lidera esta especie, con un 14% de los trabajos publicados por grupos españoles. Hay que destacar la posición que esta institución mantiene a nivel internacional, ya que ocupa el octavo lugar, con un 0,8% de todas las publicaciones sobre caprino. También es necesario comentar los datos referentes al CSIC, que ocupa el segundo lugar. Los trabajos de esta institución se reparten entre el Instituto del Frío (51%), Estación Experimental de Zaidín (30%) y el Instituto de Fermentaciones Industriales (20%); la mayor parte de estos trabajos están dedicados al queso, el cual es objeto principal de más de un 20% de los trabajos sobre esta especie. El CSIC ocupa el noveno lugar internacional a nivel de ins-



tuciones, con un 0,7% del total de trabajos de caprino.

Para los cérvidos, en primer lugar hay que indicar que un 56% de los trabajos están centrados en el ciervo rojo (*Cervus elaphus*), aunque otras especies como el corzo (*Capreolus capreolus*) [15%] o el gamo (*Dama dama*) [28%] también son tratadas. Es la Universidad de Castilla La Mancha la institución que encabeza las publicaciones internacionales sobre estas especies, más concretamente el Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal de de la ETSIA de Albacete. No obstante, la mayor parte de los trabajos han sido realizados con el grupo que le sigue, perteneciente al CSIC (Instituto de Investigación de Recursos Cinegéticos), con el que comparte personal y medios materiales.

Por último, la mayor parte (40%) de los trabajos publicados sobre el muflón (*Ovis musimon*) han surgido del Departamento de Reproducción Animal del INIA de Madrid, por lo que no es de extrañar que la mayor parte de estas publicaciones traten sobre aspectos reproductivos de esta especie. Este centro ocupa un meritorio quinto lugar a nivel mundial, copando un 4% de todas las publicaciones sobre esta especie.

### PUBLICACIONES

Del análisis de las revistas que ocupan los primeros lugares en la elección de los investigadores (Figura 3), se puede observar la diferente orientación de cada una de las especies. En el caso del caprino, a pesar de que la principal revista es *Small Ruminant Research*, lógico al ser la revista de la *Internacional Goat Association*, hay que destacar el elevado porcentaje que ocupan las revistas del sector industrial (*Journal of Dairy Science*, *Milk Science Internacional*, *Lait*), que hacen que la categoría principal para esta especie sea la de las revistas de *Food Science & Technology* (Figura 4).

La mayor parte de los trabajos sobre cérvidos pertenecen a la categoría *Zoology* (revistas como *Journal of Wildlife Diseases*, *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*), o incluso *Ecology*, aunque los trabajos de reproducción también son numerosos. De esto se desprende una mayor vocación de los trabajos vinculados a estas especies hacia la especie en sí o incluso su entorno natural, lejos de los aspectos de la Producción Animal, o las ciencias veterinarias.

En el caso del muflón son las revistas del



Figura 3. Porcentaje de publicaciones en las revistas indicadas, sobre cada una de las especies estudiadas.

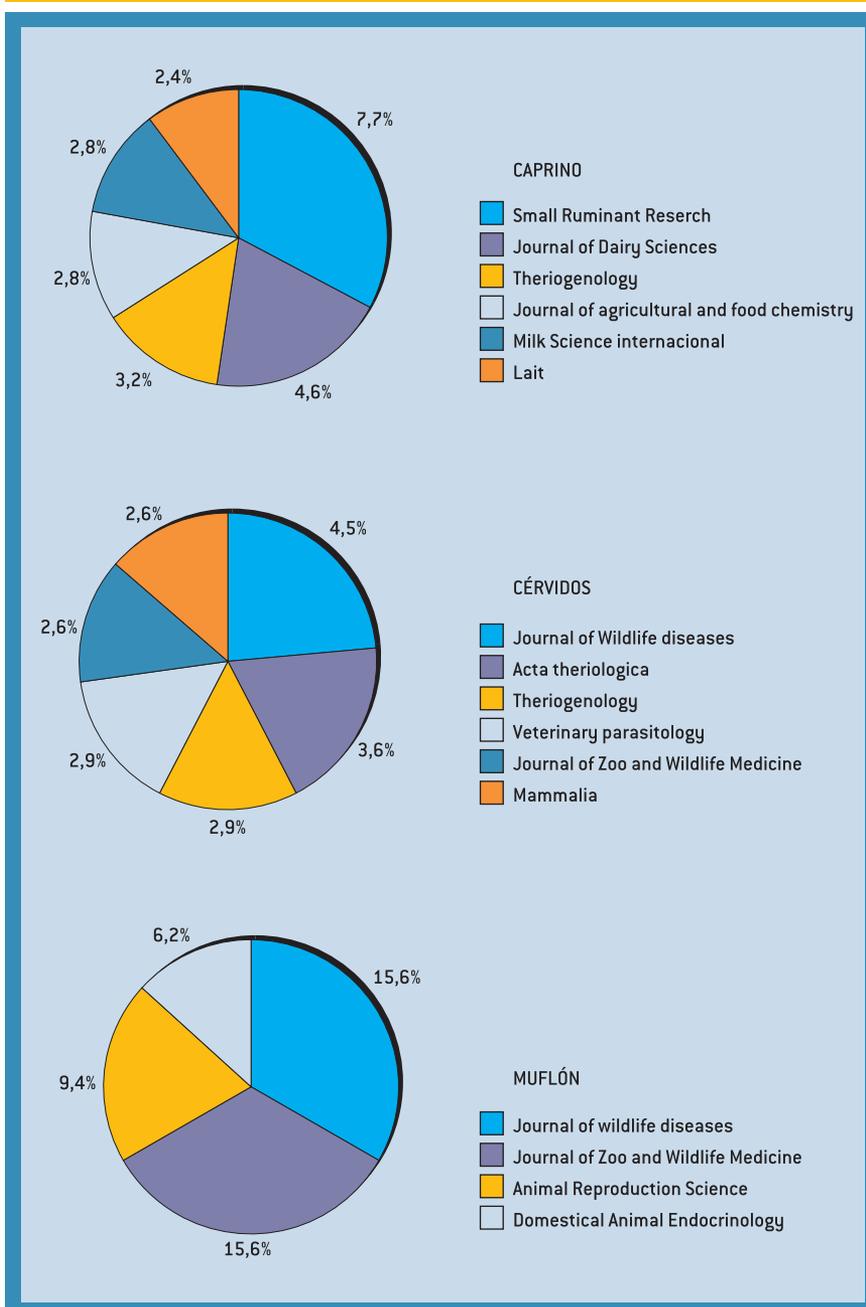
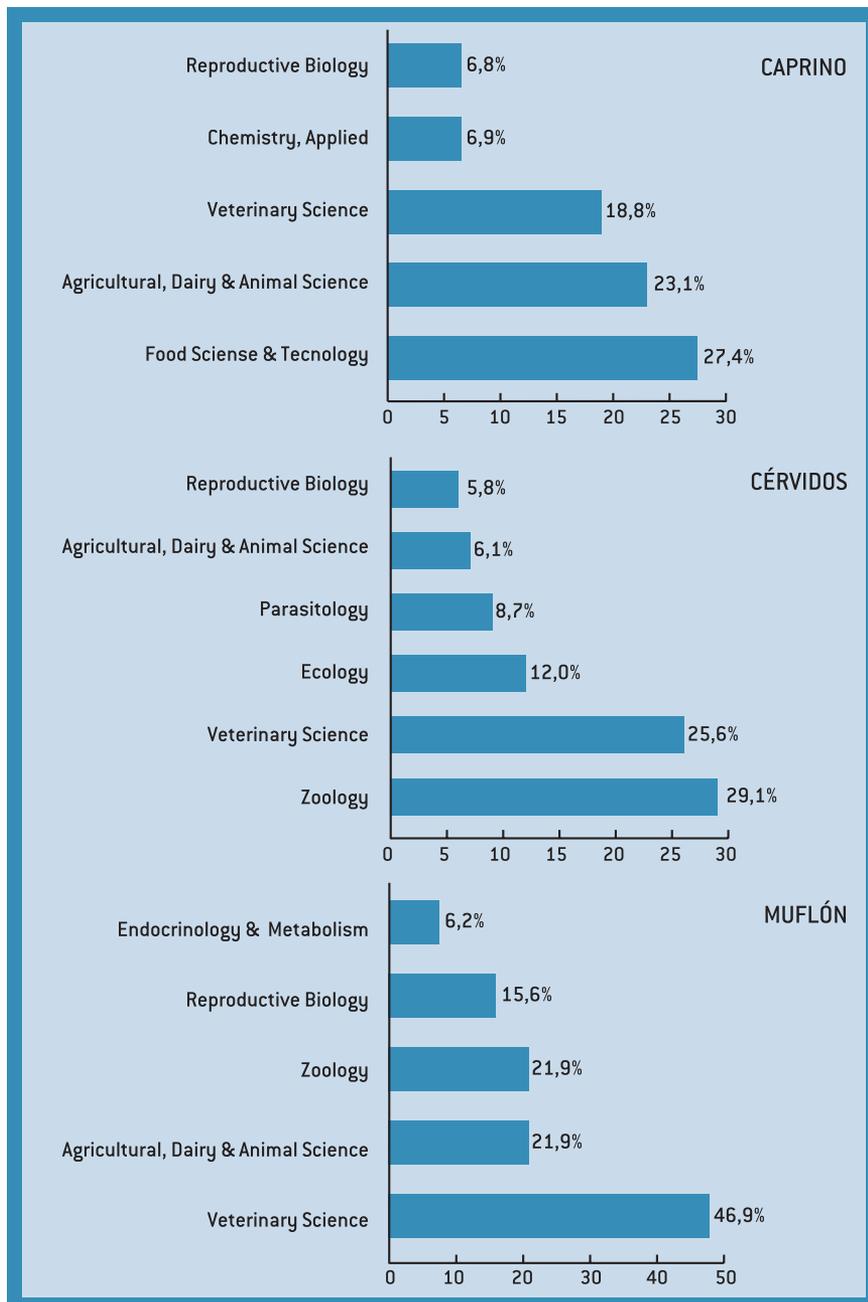




Figura 4. Porcentaje de publicaciones en las distintas categorías del *Journal of Citation Index*, para cada una de las especies estudiadas.



ámbito veterinario (*Veterinary Sciences*) las que copan casi la mitad de los trabajos; viendo en qué revistas se han publicado (*Journal of Wildlife Diseases*, *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*) se puede concluir que el mayor interés de esta especie en el campo científico español radica en sus problemas sanitarios, además de los reproductivos.

## CONCLUSIONES

Tras el análisis de estos trabajos, y utilizando como herramienta objetiva el número de publicaciones científicas en revistas internacionales, podemos afirmar que los grupos de investigación españoles que están trabajando en la especie caprina, en cérvidos o en muflones están muy bien posicionados a ese nivel, ocupando lugares destacados. En el caso del caprino, los aspectos reproductivos y especialmente los referentes a la transformación de la leche de cabra son los más importantes. La orientación de las publicaciones sobre cérvidos es fundamentalmente hacia su ecología, bajo un punto de vista más biológico que productivo; algo similar ocurre con las investigaciones sobre el muflón, aunque hay numerosos trabajos sobre la patología de esta especie.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECIA, J.A. (2005). Análisis de las investigaciones publicadas en la bibliografía internacional utilizando razas ovinas autóctonas españolas. *Pequeños Rumiantes*, vol 6, 2: 20-24.

# Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino

pR 7, núm. 3: 26-37 (2006)

M.D. CARRO, M.J. RANILLA Y M.L. TEJIDO

Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León  
Ponencia presentada en las XXXI Jornadas Científicas de la SEOC (Zamora)  
dp1mct@unileon.es



## INTRODUCCIÓN

El próximo octubre se cumplirán tres años, desde la publicación del Reglamento (CE) Nº 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2003, sobre el uso de aditivos en la alimentación animal (Diario Oficial de la Unión Europea de 18.10.2003). En este Reglamento se indica que la producción ganadera ocupa un lugar muy importante en la agricultura de la Unión Europea y que los resultados satisfactorios dependen, en gran medida, del uso de alimentos para los animales que sean seguros y de buena calidad. Este aspecto incluye también a los aditivos utilizados en la alimentación animal, que deben ser evaluados antes de su autorización con la finalidad de asegurar su eficacia y seguridad, tanto para las especies animales a las que se destinan como para los consumidores y el medio ambiente.

El principal objetivo del Reglamento (CE) Nº 1831/2003 fue establecer un procedimiento comunitario para la evaluación y autorización de la comercialización y uso de los aditivos para alimentación animal e introducir normas de vigilancia y etiquetado de los

aditivos y premezclas, con el fin de facilitar una base para garantizar un alto nivel de protección de la salud humana, la sanidad y el bienestar de los animales, el medio ambiente y los intereses de los usuarios y consumidores, y garantizar al mismo tiempo el funcionamiento eficaz del mercado interior. Por ello, en este Reglamento se estableció que los aditivos para alimentación animal no deben *“tener un efecto adverso para la sanidad animal, la salud humana o el medio ambiente”*, *“ser presentados de manera que induzcan a error al consumidor”*, ni *“perjudicar al consumidor influyendo negativamente en las características distintivas de los productos animales o inducirle a error con respecto a las características distintivas de dichos productos”*. Por el contrario, los aditivos deben cumplir al menos una de las siguientes funciones:

- a) influir positivamente en las características del pienso
- b) influir positivamente en las características de los productos animales
- c) influir favorablemente en el color de los pájaros y peces ornamentales



- d) satisfacer las necesidades alimenticias de los animales
- e) influir positivamente en las repercusiones medioambientales de la producción animal
- f) influir positivamente en la producción, la actividad o el bienestar de los animales, especialmente actuando en la flora gastrointestinal o la digestibilidad de los piensos
- g) tener un efecto coccidiostático o histomonostático.

La aplicación del Reglamento (CE) Nº 1831/2003 deroga la Directiva 70/524/CEE del Consejo de la Unión Europea (y sus posteriores modificaciones, cuyo número supera la centena), en la que se recogían las disposiciones legislativas, reglamentarias y administrativas, a escala comunitaria, en relación con los aditivos utilizados en la alimentación animal. Si bien el Reglamento (CE) Nº 1831/2003 introdujo numerosos cambios respecto a la Directiva anterior, uno de los más controvertidos ha sido la prohibición, a partir del uno de enero de 2006, de la utilización de antibióticos distintos de los coccidiostáticos o de los histomonostáticos como aditivos para alimentación animal. Este hecho ha provocado que en los últimos años se hayan multiplicado los estudios dirigidos a encontrar aditivos “alternativos” a los antibióticos. En este trabajo se revisan los mecanismos de acción y las respuestas productivas obtenidas con algunos de los aditivos disponibles actualmente para su utilización en la alimentación de los pequeños rumiantes y que, en algún momento, se han propuesto como posibles alternativas a los aditivos antibióticos.

### CATEGORÍAS DE ADITIVOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

El Reglamento (CE) Nº 1831/2003 clasifica a los aditivos para alimentación animal en las siguientes cinco categorías:

- a) **aditivos tecnológicos**, que se definen como cualquier sustancia añadida a los piensos con fines tecnológicos y que incluyen a los conservantes, antioxidantes, emulgentes, estabilizantes, espesantes, gelificantes, ligantes, antiaglomerantes, reguladores de la acidez, aditivos para ensilaje y desnaturalizantes.
- b) **aditivos organolépticos**, que se definen como cualquier sustancia que, añadida a los piensos, mejora o modifica las propiedades organolépticas de éstos o las características visuales de los alimentos de origen animal y que incluyen a los colorantes y aromatizantes.
- c) **aditivos nutricionales**, que incluyen a las vitaminas, provitaminas y sustancias químicamente definidas de efecto análogo, oligoelementos o compuestos de oligoelementos, aminoácidos, sus sales y análogos, y a la urea y sus derivados.
- d) **aditivos zootécnicos**, que se definen como cualquier aditivo utilizado para influir positivamente en la productividad de los animales sanos o en el medio ambiente y que incluyen a diversos grupos funcionales, como los digestivos, los estabilizadores de la flora intestinal, las sustancias que influyen positivamente en el medio ambiente y a otros aditivos zootécnicos.
- d) **coccidiostáticos e histomonostáticos**

De los cinco grupos de aditivos, y desde el punto de vista de la producción animal, los aditivos zootécnicos son uno de los grupos que suscita mayor interés, ya que su utilización puede mejorar el rendimiento productivo de los animales y disminuir los costes de producción. Por ello, este trabajo se centra en algunos grupos de aditivos que, por sus mecanismos de acción y características, podrían ser clasificados como aditivos zootécnicos, si bien en algunos casos actualmente no están incluidos en esta categoría o todavía no está autorizado su uso en la Unión Europea. Estos grupos de aditivos son los probióticos, los prebióticos, los ácidos orgánicos, los preparados enzimáticos y los extractos vegetales.

### PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS

Los probióticos y prebióticos pueden ser considerados como “estabilizadores de la flora intestinal”, definidos por el Reglamento (CE) Nº 1831/2003 como “*microorganismos u otras sustancias definidas químicamente que, suministradas a los animales, tienen un efecto positivo para la flora intestinal*”. Los **probióticos**, también denominados aditivos microbianos, son cultivos vivos de diversos microorganismos que se administran como suplementos alimenticios a los animales y que provocan efectos beneficiosos en el animal hospedador mediante modificaciones en la población microbiana que alberga su tracto digestivo (Fuller, 1989). Este es un grupo amplio de aditivos que incluye cultivos de bacterias, hongos, o incluso esporas. Dentro de las bacterias, la mayoría de las utilizadas en los animales rumiantes pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, y entre los hongos destacan *Aspergillus oryzae* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. En general, los cultivos de bacterias son más utilizados en los animales jóvenes (prerumiantes) y los cultivos fúngicos se administran a animales en cebo o a hembras en lactación.

La eficacia de estos preparados microbianos depende de su capacidad para mantener su viabilidad e integridad fisiológica, ya que suelen administrarse con el alimento o el agua de bebida. Algunos de estos aditivos son capaces de soportar altas temperaturas, como las utilizadas en algunos de los procesos de fabricación de



piensos (granulación, extrusión, etc.). Otros microorganismos no pueden sobrevivir en estas condiciones y deben ser protegidos mediante diferentes tratamientos que aseguren su eficacia, lo que suele encarecer el precio del producto comercial. En cualquier caso, para garantizar la máxima eficacia, los microorganismos deben mantenerse viables hasta su administración al animal. En el caso de los hongos, además, éstos deben ir acompañados de su medio de cultivo. La mayoría de los preparados comerciales existentes en el mercado contienen una concentración de microorganismos viables (unidades formadoras de colonias; UFC) que oscila entre  $1 \times 10^8$  y  $4 \times 10^{11}$  UFC/g de aditivo. Las dosis que se pueden administrar a los animales son variables, dependiendo fundamentalmente del tipo de animal y su nivel de ingestión, pero en la legislación vigente se señalan las dosis mínima y máxima (UFC/kg de pienso completo). Un punto destacable es que los efectos de los aditivos microbianos suelen ser más importantes en las primeras semanas de vida de los animales, especialmente en el período posterior al destete, y cuando los animales están sometidos a algún tipo de estrés (cambios de alimentación, manejo, estrés por calor,...). Cabe señalar también que estos aditivos, para lograr su máxima eficacia, deben administrarse de forma continuada en la ración de los animales, ya que estos microorganismos no pueden multiplicarse en el tracto digestivo de los animales rumiantes.

Los mecanismos de acción de los aditivos microbianos en los animales prerrumiantes parecen ser similares a los que ejercen en los animales monogástricos, si bien todavía no se conocen con precisión. Uno de sus efectos es que impiden a los microorganismos patógenos (p.e., *Salmonella*, *E. coli*, ...) colonizar el tracto digestivo, o al menos reducen su concentración y/o producción de toxinas (Salminen y Tuomola, 1998), aunque también se ha planteado que actúen estimulando la producción de inmunoglobulinas en el tracto digestivo de los animales. El resultado es que los animales que reciben estos aditivos presentan un mejor estado sanitario, lo que se puede traducir en una mejora de los índices productivos al reducir la mortalidad y/o morbilidad.

Los mecanismos de acción de los aditivos microbianos en los rumiantes adultos son completamente diferentes. La administra-

ción continuada de cultivos de *S. cerevisiae* o de *A. oryzae* provoca un aumento del número de bacterias anaerobias y bacterias celulolíticas en el rumen, así como un incremento de su actividad (Newbold, 1995). Este efecto puede ser la consecuencia de varias acciones de las levaduras. Por un lado, las levaduras necesitan azúcares y almidón para su metabolismo, y por ello los captan del medio ruminal evitando que estos sustratos sean empleados por microorganismos productores de ácido láctico, reduciendo los niveles de este ácido en el rumen, contribuyendo a estabilizar el pH ruminal y manteniéndolo en niveles adecuados para una fermentación óptima. Como consecuencia se produce un aumento en la degradación de la fibra y en la producción de ácidos grasos volátiles, lo cual se traduce en una mejora de la eficiencia de utilización del alimento (Frumholtz et al., 1989; Carro et al., 1992a). Además, al aumentar la degradación de la fracción fibrosa del alimento, se puede estimular su ingestión por los animales, tal y como se ha observado en algunos estudios. Otro mecanismo implicado en la estimulación de la población microbiana ruminal es la liberación al medio de sustancias que puedan favorecer el crecimiento microbiano, los denominados "factores de crecimiento", entre los

que destacan el ácido málico, vitaminas y péptidos (Newbold et al., 1996; Dawson and Girard, 1997). Al estimular el crecimiento de las bacterias ruminales, los aditivos microbianos pueden provocar un aumento del flujo duodenal de proteína microbiana. También se ha observado que estos cultivos pueden utilizar hidrógeno y reducir la producción de metano, con el consiguiente ahorro energético que ello supone (Carro et al., 1992b).

La mayoría de los trabajos realizados, para estudiar el efecto de los aditivos microbianos sobre los rendimientos productivos de los animales rumiantes, han sido llevados a cabo con terneros en crecimiento y cebo o con vacas lecheras. La información sobre los efectos del empleo de levaduras en el ganado ovino y caprino es mucho más escasa. Abd El-Ghani (2004) analizó la respuesta a la inclusión de un cultivo de *S. cerevisiae* en la ración de cabras Zaraibi (6 g/d) y observó que los animales que recibían este aditivo producían una mayor ( $P < 0,05$ ) cantidad de leche (0,98 vs. 1,15 kg/d), pero con una menor ( $P < 0,05$ ) concentración en sólidos totales (12,9 vs. 12,6%) y proteína (3,15 vs. 2,98%). Estos cambios en la producción de leche se atribuyeron a la mayor ( $P < 0,05$ ) ingestión de materia seca que presentaron los animales que recibieron los cultivos de levaduras





# ivomec®

Inyectable para ovinos



Foto: Dr. Parasitología, Facultad de Veterinaria de Córdoba



Foto: Dr. Parasitología, Facultad de Veterinaria de Córdoba

Ivomec®, la solución completa frente  
a la **SARNA**, **OESTRUS** y **VERMES** del ganado ovino.



Foto: Dr. Parasitología, Facultad de Veterinaria de Córdoba

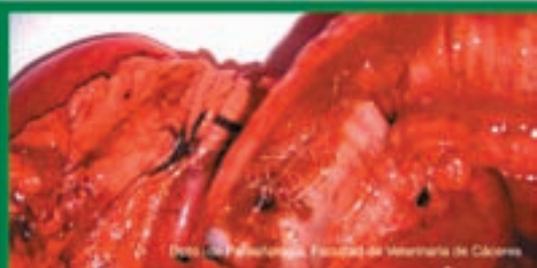


Foto: Dr. Parasitología, Facultad de Veterinaria de Córdoba



Más de 50 millones de dosis vendidas avalan su eficacia



<http://es.merial.com>

**IVOMEC INYECTABLE OVINOS** Antiparasitario endectocida, en solución inyectable. **COMPOSICIÓN:** Ivermectina 1%. **INDICACIONES:** Tratamiento efectivo de vermes redondos gastrointestinales y pulmonares, larvas nasales de *Oestrus ovis* y ácaros de la sarna en ganado ovino. **VÍA DE ADMINISTRACIÓN:** Subcutánea, exclusivamente. **POSOLOGÍA:** \* Ovino: 0,5 ml/25 kg p.v. **TIEMPO DE ESPERA:** Carne: 21 días. Leche: No usar. **OBSERVACIONES:** \* Con prescripción veterinaria. **PRESENTACIÓN:** Envases con 50, 200 y 500 ml.



[1250 vs. 1090 g/d]. Giger-Reverdin et al. (1996) también observaron un aumento medio de 0,5 kg/d en la producción de leche de cabras que recibían un cultivo de *S. cerevisiae*, si bien la diferencia con el grupo control no fue estadísticamente significativa. Por el contrario, Hadjipanayiotou et al. (1997) no observaron efecto sobre la producción y composición de la leche ni sobre los cambios de peso vivo de los animales, por la inclusión de un cultivo de *S. cerevisiae* (6,7 g/d) en la ración de cabras Damascus y ovejas Chios. Salama et al. (2002) tampoco observaron efectos de un aditivo comercial, compuesto por una mezcla de un cultivo de *S. cerevisiae* (6 g/d) y malato, sobre la producción y composición de la leche en cabras Murciano-Granadina, pero las cabras que recibieron el aditivo presentaron un mayor ( $P=0,03$ ) incremento de peso vivo a lo largo del período experimental.

En lo que se refiere a la producción de carne, en algunos estudios se ha observado que los corderos de engorde experimentaron mayores ganancias diarias de peso cuando recibieron cultivos de levaduras (Andrighetto et al., 1993; Caja et al., 2000; Haddad and Goussous, 2005), ganancias que en algún caso fueron acompañadas de una mayor ingestión de alimento (Andrighetto et al., 1993). En los casos en los que el consumo de alimento no se modificó, las mayores ganancias de peso se atribuyeron a mejoras de la digestibilidad de la ración

ocasionadas por la suplementación con cultivos de levaduras.

Los resultados obtenidos indican que las respuestas son inconsistentes, hecho que ha sido ampliamente constatado en los estudios realizados en el ganado vacuno y que han sido revisados por diferentes autores (Newbold, 1995; Dawson, 2000; Van Vuuren, 2003). La variabilidad en las respuestas obtenidas puede tener diversas causas. Por una parte, los cultivos utilizados en los distintos estudios tienen un origen diferente, aunque todos ellos se hayan realizado con *S. cerevisiae*, ya que se ha comprobado que las distintas cepas de este microorganismo difieren en su capacidad para modificar la fermentación ruminal (Newbold, 1995). Por otra parte, las condiciones experimentales también son muy diversas, y es probable que el efecto de los aditivos microbianos sea más marcado en las primeras fases de la lactación, cuando los animales tienen unas mayores demandas nutritivas, y reciben raciones con mayor potencial para alterar la fermentación ruminal. Otros aspectos fundamentales son la dosis de aditivo y las condiciones de manejo. De hecho, los resultados obtenidos en estudios controlados (realizados en centros de investigación) suelen ser menos marcados que los obtenidos en condiciones de campo (realizados en explotaciones ganaderas), posiblemente debido a las mejores condiciones higiénico-sanitarias en las que se encuentran los animales en los primeros.

Actualmente existen once aditivos microbianos autorizados en la Unión Europea para su uso en la alimentación de los animales rumiantes, todos ellos destinados al ganado vacuno, si bien el número de productos autorizados va en aumento. El pasado 9 de febrero la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) emitió un informe favorable sobre un preparado comercial, basado en un cultivo de *S. Cerevisiae*, que ya estaba autorizado de forma permanente para su uso en vacuno de engorde, conejos de engorde, cerdas, lechones y vacas lecheras. La AESA informó que este aditivo producía un efecto beneficioso sobre la ganancia de peso en corderos de engorde, por lo que es previsible que se autorice su uso en la alimentación de estos animales. En marzo de este año se ha presentado a la AESA la solicitud pertinente para que este mismo aditivo sea evaluado para su posible autorización en la alimentación de cabras y ovejas lecheras, y en esta solicitud se señala que el aditivo produjo aumentos de la producción de leche de 0,32-1,18 kg/d en las cabras y de 0,34 kg/d en las ovejas. Asimismo, la AESA emitió el 15 de junio de este año un informe favorable sobre un aditivo comercial, basado en un cultivo de *S. Cerevisiae*, que ya estaba autorizado de forma permanente para su uso en vacuno de engorde y vacas lecheras. En este informe se señala que el aditivo es eficaz para incrementar la producción de leche en cabras y ovejas, y que sus mecanismos de





acción en el rumen de estos animales son similares a los observados en el rumen del vacuno. Estos hechos avalan la eficacia de los aditivos microbianos en los pequeños rumiantes e indican que las empresas que los comercializan comienzan a mostrar interés por estos animales. Por otra parte, en los últimos meses se han presentado a la AESA solicitudes de autorización de nuevos aditivos microbianos destinados al ganado vacuno, lo que indicaría que estos aditivos tienen potencial de futuro en la alimentación de los animales rumiantes. Las investigaciones actuales en este campo se centran en identificar, claramente, los mecanismos de acción de los diferentes microorganismos utilizados para así conseguir cultivos que presenten una mayor eficacia, así como en identificar las condiciones óptimas para su empleo.

El término “prebiótico” incluye una serie de compuestos indigestibles por el animal, que mejoran su estado sanitario mediante la estimulación del crecimiento y/o de la actividad de determinados microorganismos beneficiosos del tracto digestivo, y que además pueden impedir la adhesión de microorganismos patógenos. Las sustancias prebióticas más utilizadas son los oligosacáridos, que alcanzan el tracto posterior sin ser digeridos y allí son fermentados por las bacterias intestinales. Con una cuidada selección de los oligosacáridos se puede favorecer el crecimiento de las bacterias beneficiosas e impedir la proliferación de bacterias perjudiciales. Los efectos de los prebióticos parecen depender del tipo de compuesto y su dosis, de la edad de los animales, de la especie animal y de las condiciones de explotación (Piva y Rossi, 1999). Debido a que estos compuestos

son sustancias totalmente seguras para el animal y el consumidor, es de esperar que continúen las investigaciones para identificar las condiciones óptimas para su uso y que su utilización se incremente en el futuro. Otro aspecto interesante es que, debido a que los mecanismos de acción de los probióticos y los prebióticos no son excluyentes, ambos pueden utilizarse simultáneamente para obtener un efecto sinérgico y constituyen así los denominados “simbióticos”.

### ÁCIDOS ORGÁNICOS

Los ácidos orgánicos se utilizan habitualmente como aditivos en la alimentación de los animales monogástricos, pero su uso en los animales rumiantes es limitado y las experiencias realizadas en estos animales, hasta el momento, se reducen a los ácidos fumárico y málico. Los ácidos orgánicos forman parte de los tejidos animales, ya que son productos intermedios de algunos ciclos metabólicos, y algunos de ellos son también producidos en el aparato digestivo de los animales durante los procesos de fermentación. En los animales rumiantes, los hidratos de carbono de la ración se degradan en el rumen hasta convertirse en piruvato, y éste es utilizado por los microorganismos para producir ácidos grasos volátiles, fundamentalmente acético, propiónico y butírico. Los ácidos fumárico y málico son productos intermedios de una de las vías metabólicas por las cuales el piruvato se transforma en ácido propiónico, el cual es absorbido en el rumen y, en su mayor parte, transportado al hígado, donde se convierte en glucosa.

Los ácidos orgánicos pueden ser administrados a los animales como tales, pero su

manejo es peligroso, ya que son sustancias líquidas y corrosivas, por lo que resulta más recomendable el uso de sus sales, principalmente sódicas. El modo de acción de los ácidos orgánicos en los animales rumiantes no es totalmente conocido, pero parecen ejercer su acción a nivel del rumen. En estudios *in vitro* (Russell y Van Soest, 1984) se ha observado que los microorganismos ruminales son capaces de fermentar concentraciones 7,5 mM de malato en menos de 24 horas. Esto significa que cuando las sales de los ácidos orgánicos son administradas a estos niveles son completamente transformadas y no pasan al tracto digestivo posterior, por lo que son sustancias que no pueden dejar residuos en los productos animales. La mayoría de los estudios realizados con ácidos orgánicos se han llevado a cabo en condiciones *in vitro* y son muy pocas las experiencias realizadas con animales. Nisbet y Martin (1990, 1991) observaron que la adición de fumarato y malato (10 mM) a cultivos puros de *Selenomonas ruminantium* multiplicaba por dos su crecimiento. Esta bacteria puede llegar a representar hasta la mitad del total de bacterias viables en el rumen en animales que reciben raciones con elevadas proporciones de concentrados (Caldwell y Bryant, 1966). Además, muchas de sus subespecies pueden utilizar ácido láctico como fuente de energía y en algunos estudios se observó que, tanto el fumarato como el malato, favorecen la captación y utilización del ácido láctico por *S. ruminantium* (Nisbet y Martin, 1990). Por ello, se planteó la posibilidad de que estos dos ácidos podrían ser utilizados como aditivos para paliar los problemas de acidosis que se producen cuando los animales rumiantes reciben raciones ricas en hidratos de carbono rápidamente fermentables y el pH ruminal desciende por una excesiva acumulación de ácido láctico. En experimentos *in vitro* se ha observado, cuando se utilizaron estas dos sustancias como aditivos, una disminución de las concentraciones de ácido láctico (Carro et al., 1999; López et al., 1999; Carro y Ranilla, 2003a) y un aumento de los valores de pH (Callaway y Martin, 1996; López et al., 1999; Carro y Ranilla, 2003a, 2003b). Por otra parte, *S. ruminantium* metaboliza el ácido láctico hasta ácido propiónico, por lo que, en numerosos estudios realizados con los ácidos fumárico y málico o con sus sales, se ha observado un aumento en la



producción y/o concentración de este ácido en experimentos *in vitro* con cultivos de microorganismos ruminales (Asanuma et al., 1999; Carro and Ranilla, 2003a, 2003b; Tejido et al., 2005), en fermentadores de flujo semicontinuo (Carro et al., 1999; López et al., 1999; Gómez et al., 2005) y en el rumen de vacas lecheras y terneros (Kung et al., 1982). Otro de los efectos observados tras la administración de fumarato y malato es una reducción de la producción de metano, uno de los productos finales de la fermentación ruminal y que constituye una importante pérdida energética para el animal, además de contribuir al efecto invernadero. Cuando existe hidrógeno en el medio ruminal, *S. ruminantium* puede fermentar estos dos ácidos para producir succinato y propionato, disminuyendo a la vez la concentración de hidrógeno en el rumen y reduciendo así la cantidad de hidrógeno disponible para formar metano. En experimentos *in vitro* se ha observado una disminución de la producción de metano tras la adición de fumarato (Asanuma et al., 1999; López et al., 1999; Carro y Ranilla, 2003a) y de malato (Carro et al., 1999; Carro y Ranilla, 2003b). Asimismo, Wallace et al. (2005) observaron, cuando se incluía un 11,7% de ácido fumárico en la dieta, una reducción del 75% en la producción de metano de corderos alimentados con concentrado y paja *ad libitum*. En esta prueba experimental el ácido fumárico se administró encapsulado, con la finalidad de evitar posibles efectos negativos sobre la ingestión de alimento.

A pesar de que los resultados obtenidos *in vitro* son claros, no se han obtenido las mismas respuestas en experimentos *in vivo* a nivel ruminal. En dos experimentos, uno de ellos realizado con vacas lecheras y otro con terneros, Kung et al. (1982) no observaron ningún efecto de la adición de ácido málico sobre el pH ruminal, si bien Martin et al. (1999) observaron que, la administración de niveles crecientes de malato, producía un aumento lineal del pH ruminal en terneros que recibían elevadas cantidades de concentrado.

Por otra parte, los estudios realizados con ácidos orgánicos sobre los rendimientos productivos de los pequeños rumiantes son escasos y se han centrado en la utilización de sales del ácido málico. Salama et al. (2002) no observaron efectos de la suplementación con malato (3.2 g malato/kg de materia seca de ración) sobre la

**Tabla 1.** Efectos del malato sobre la ingestión de pienso (IP), la ganancia de peso vivo (GPV) y el índice de conversión del alimento (IC) en corderos en cebo.

REFERENCIA	TIPO DE CEREAL EN LA RACIÓN	RAZA	MALATO (% ración)	IP (Kg/d)	GPV (g/d)	IC (g/g)
Flores (2004)	Cebada (66,3%)	Manchega y	0	0,95	259 <sup>a</sup>	3,8 <sup>b</sup>
	Maíz (6%)	Lacaune	0,2	0,92	330 <sup>b</sup>	2,9 <sup>a</sup>
Flores (2004)	Maíz (60,0%)	Manchega y	0	0,91 <sup>b</sup>	299	3,3 <sup>b</sup>
	Mandioca (6,5%)	Lacaune	0,2	0,84 <sup>a</sup>	307	2,9 <sup>a</sup>
Carro et al. (2006)	Cebada (50%)	Merina	0	0,821	292	3,0
	Maíz (30%)		0,4	0,891	308	3,1

<sup>a, b</sup> para cada prueba experimental y cada parámetro, los valores con distinto superíndice son diferentes (P<0,05).

producción y composición de leche en cabras Murciano-Granadina durante toda la lactación, y atribuyeron este resultado al elevado contenido en malato de la ración utilizada (8.1 g malato/kg de materia seca). Por tanto, un factor a considerar es el contenido en malato de la ración que se administra a los animales. En el caso de corderos de cebo, Garín et al. (2001) observaron, al utilizar como aditivo una mezcla de levaduras y malato sódico, una mejora del índice de conversión del pienso. En estudios posteriores, Flores (2004) observó que la suplementación con malato, a niveles del 0.2% en el pienso de corderos, produjo un aumento de la ganancia media diaria y una mejora del índice de conversión cuando los animales recibieron pienso granulado, con altos contenidos en maíz o cebada, y paja *ad libitum* (ver Tabla 1). Los efectos obtenidos fueron más marcados para la ración basada en cebada, apreciándose también un aumento significativo del pH ruminal (medido tras el sacrificio de los animales). De una forma especial, el malato redujo la gravedad de la paraqueratosis ruminal, aumentó el número de las papilas ruminales funcionales y produjo un aumento de la digestibilidad del pienso (Flores, 2004). Por el contrario, Carro et al. (2006) no observaron efectos de la suplementación con malato, a niveles del 0,4 y 0,8% del pienso, en corderos en cebo que recibían un pienso con un 50% de cebada. La diferencia de respuesta obtenida puede atribuirse a las condiciones experimentales empleadas en los estudios, como son, entre otros, el tipo de ración y la dosis de malato. De hecho, en experimentos *in vitro*, se ha observado que la respuesta varía en función de las características de

la ración (García-Martínez et al., 2005; Tejido et al., 2005). Esta variabilidad en la respuesta se ha observado también en los estudios realizados en el ganado vacuno, por lo que todavía no se conocen todos los factores que pueden afectar a la efectividad del malato como aditivo.

Tanto el ácido málico como el fumárico aparecen en la lista de aditivos autorizados en la Unión Europea. Ambos están autorizados como conservantes, destinados a todas las especies de animales, sin restricción alguna en la edad de los animales a los que van destinados o las dosis; es decir, en la actualidad no existe ningún impedimento legal que restrinja su uso, a pesar de que su utilización como "aditivos zootécnicos" no está contemplada. La principal limitación que presentan estas dos sustancias es económica, ya que presentan un elevado coste. Una alternativa es combinar estos productos a dosis bajas con otros aditivos que presenten acciones similares en el tracto digestivo de los animales, como pueden ser los aditivos microbianos o a los extractos vegetales. De hecho, existen productos comerciales, constituidos por combinaciones de estos componentes, tanto para animales monogástricos como rumiantes.

#### ADITIVOS ENZIMÁTICOS

Los aditivos enzimáticos se emplean frecuentemente en la alimentación de los animales monogástricos con diferentes fines, como son eliminar factores antinutritivos de los alimentos, aumentar la digestibilidad de determinados nutrientes, complementar la actividad de las enzimas endógenas de los animales, y reducir la excreción de ciertos compuestos (p.e., fósforo y nitrógeno). En el caso de los



rumiantes, los aditivos enzimáticos no sólo no se utilizan de forma rutinaria en la alimentación práctica, sino que todavía no se conocen claramente sus mecanismos de acción ni se han establecido las condiciones productivas en las que pueden ser más efectivos. Hasta hace relativamente poco tiempo, la producción de aditivos enzimáticos comerciales era muy costosa, por lo que utilizarlos en las concentraciones necesarias para obtener una respuesta positiva en la productividad animal no era económicamente rentable. Sin embargo, en los últimos años, se ha logrado reducir de manera notable los costes de producción de estas sustancias, y ello, unido al mejor conocimiento y caracterización de estos productos, ha hecho que se recupere el interés por estos aditivos en la alimentación de los rumiantes.

La mayoría de los preparados enzimáticos comerciales que pueden ser usados como aditivos en la alimentación de los rumiantes proceden de cuatro especies bacterianas (*Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum* y *Streptococcus faecium*) y tres fúngicas (*Aspergillus oryzae*, *Trichoderma reesei* y *Saccharomyces cerevisiae*; McAllister et al., 2001). En general, los aditivos enzimáticos comerciales se caracterizan según su capacidad para degradar las paredes celulares de los vegetales, y por ello se clasifican principalmente como celulasas o xilanasas, aunque también suelen presentar actividades enzimáticas secundarias de tipo amilasa, proteasa o pectinasa. Además, incluso dentro de una misma especie microbiana, los tipos y activida-

des de las enzimas producidas pueden variar, dependiendo de la cepa seleccionada y del medio y condiciones de cultivo empleados.

Los aditivos enzimáticos pueden ejercer sus efectos a través de acciones directas sobre los alimentos, antes de que estos sean consumidos por los animales, o a través de modificaciones de los procesos digestivos que tienen lugar en el tracto digestivo. Con respecto al primer mecanismo, se ha observado que, tras la aplicación de las enzimas, se puede producir una liberación de azúcares reductores provocada por la degradación de la fibra de los alimentos (Hristov et al., 1996; Giraldo et al., 2004a). En cuanto a los efectos de las enzimas sobre la digestión ruminal, en diferentes estudios se ha observado que la aplicación de enzimas produce un aumento de la degradabilidad de la fibra en el rumen condiciones *in vitro* (Hristov et al., 1996; Giraldo et al., 2005a, 2006), *in situ* (Lewis et al., 1996) e *in vivo* (Beauchemin et al., 1999; Yang et al., 1999). En un estudio realizado por nuestro grupo, utilizando fermentadores de flujo semicontinuo, se observó que los efectos de dos celulasas de diferente origen sobre la degradabilidad de la fibra de la ración eran más acusados en las primeras horas de incubación en los fermentadores, y que el efecto de las enzimas iba siendo menos acusado a medida que avanzaba el tiempo de incubación (ver Tabla 2). En cuanto a los efectos de los aditivos enzimáticos sobre el rendimiento productivo de pequeños rumiantes, el número de trabajos realizados sobre el tema hasta el momento es muy reducido. Rojo et al.

(2005) observaron que la utilización de dos amilasas comerciales como aditivos no afectó a la ganancia media diaria de corderos (22,5 kg de peso vivo al inicio del experimento) ni a su ingestión de alimento. Por el contrario, Pinos-Rodríguez et al. (2002) observaron que la utilización de un producto comercial con actividad celulasa y xilanasas como aditivo, en ovejas alimentadas únicamente con forraje, produjo un aumento significativo de la ingestión de forraje y de su digestibilidad. En lo que se refiere a trabajos realizados con hembras en lactación, Titi y Lubbadah (2004) analizaron el efecto de una celulasa comercial producida por *Trichoderma spp.* sobre la producción de leche en ovejas de raza Awassi y cabras de raza Shami, y observaron un aumento significativo de la misma en ambos casos, si bien la composición de la leche no se vio afectada en el caso de las cabras. González (2004) estudió el efecto de un preparado comercial, con actividad celulasa y xilanasas, sobre la producción de leche en cabras de raza Murciano-Granadina durante la fase media de la lactación. En estos estudios no se observó efecto del tratamiento enzimático sobre la producción de leche, aunque los animales que recibían la dieta tratada presentaron un mayor peso vivo y condición corporal y una mayor digestibilidad de la ración. De forma similar, Flores (2004) no observó efecto de este mismo producto sobre la producción de leche de ovejas Manchega y Lacaune. Los autores de estos trabajos atribuyeron la falta de efectos positivos de la suplementación enzimática a que la dosis de enzimas utilizada pudo ser demasiado baja o a que el sistema de aplicación no fuera el más adecuado, ya que el preparado enzimático se aplicaba sobre el concentrado de la ración. En este sentido, Bouattour (2004) observó, cuando el producto comercial utilizado en los trabajos anteriores era aplicado directamente sobre el forraje de la ración, un aumento significativo de la producción de leche de ovejas Manchega y Lacaune. De forma similar, Mohamed et al. (2005) observaron que la utilización de un producto enzimático con actividades celulasa, xilanasas y proteolítica, cuando se aplicó directamente sobre el forraje de la ración, produjo un aumento significativo de la producción de leche en ovejas Rahmani. Estos resultados variables, obtenidos a veces con un mismo producto, indican la existencia de diferentes fac-

**Tabla 2.** Efecto del tratamiento con tres enzimas fibrolíticas sobre la degradabilidad de la fibra [%] de una ración compuesta por heno de gramíneas y concentrado (70:30) tras 6, 24 y 48 horas de incubación en fermentadores de flujo semicontinuo (Giraldo et al., 2006)

TRATAMIENTO ENZIMÁTICO <sup>1</sup>					
Tiempo de incubación	CONTROL	TRICH	ASP	MEZ	P =
6	11,1 <sup>a</sup>	23,3 <sup>c</sup>	17,8 <sup>b</sup>	23,4 <sup>c</sup>	< 0,001
24	25,8 <sup>a</sup>	30,4 <sup>b</sup>	29,9 <sup>b</sup>	32,6 <sup>b</sup>	0,003
48	36,8	40,3	39,3	39,3	0,550

<sup>1</sup> CON: control (sin tratamiento enzimático), TRICH: celulasa producida por *Trichoderma longibrachiatum*; ASP: celulasa producida por *Aspergillus niger*; MEZ: mezcla 1:1 TRICH:ASP. Todos los tratamientos se aplicaron a una dosis de 30 unidades endoglucanasa/g materia seca de ración.

<sup>a, b, c</sup> para cada tiempo de incubación, los valores con distinto superíndice son diferentes (P<0,05)



tores que pueden influir sobre la efectividad de las enzimas como aditivos.

Esta variabilidad en la respuesta se ha observado también en los numerosos estudios realizados con ganado vacuno. Así, Beauchemin et al. (2003) revisaron 20 estudios en los que se utilizaron 41 tratamientos enzimáticos, y observaron que, como media, la utilización de estos aditivos podía producir un aumento diario de 1,0 ( $\pm 1,3$ ) kg en la ingestión de materia seca y de 1,1 ( $\pm 1,5$ ) kg en la producción de leche. Estos autores también señalaron la gran variabilidad existente en los resultados obtenidos, ya que en algunos de los estudios no se observó efecto alguno de estos aditivos. Parte de esta discrepancia entre resultados puede deberse al tipo de forrajes empleados en las raciones de los animales, pero otros factores como son la fase de lactación en la que se encuentran los animales (Zheng et al., 2000), las dosis de enzimas utilizadas y su método de aplicación, también pueden afectar a los resultados obtenidos (Yang et al., 2000). En este sentido, los preparados enzimáticos parecen ser más eficaces cuando son utilizados durante las primeras fases de la lactación (Zheng et al., 2000) y cuando se permite un pretratamiento de los forrajes con los mismos (Giraldo et al., 2004b).

En resumen, los preparados enzimáticos pueden aumentar el rendimiento productivo de los animales, pero su efectividad depende de numerosos factores. En el caso de los forrajes la situación es especialmente complicada y las preparaciones enzimáticas deben ser específicas, ya que

se ha sugerido que incluso podrían variar dentro de un mismo forraje, dependiendo del grado de madurez de éste y de sus barreras estructurales (McAllister et al., 2001). En algunos estudios realizados por nuestro grupo se ha observado que el tratamiento con celulasa incrementó la degradación ruminal de forrajes de calidad media-alta (Carro et al., 2003a; Giraldo et al., 2004a), pero no ejerció un efecto significativo sobre la degradación de forrajes de baja calidad, con una alta lignificación de la pared celular (Carro et al., 2003b; Giraldo et al., 2005b). Por ello, en última instancia, las preparaciones enzimáticas deberían ser diseñadas para superar los factores que limitan la digestión de cada tipo de alimentos. Las perspectivas de futuro pasan por desarrollar combinaciones de enzimas adecuadas a los nuevos ingredientes que se van incorporando a las raciones en las distintas etapas de producción, así como por fabricar enzimas más estables y más baratas.

Desde el punto de vista de la seguridad, los aditivos enzimáticos no presentan problemas y además son bien aceptados por el consumidor, ya que no se absorben y no pueden dejar residuos en los productos animales. En la actualidad existen numerosos preparados enzimáticos autorizados en la Unión Europea, algunos de forma permanente, pero todos ellos están destinados a animales monogástricos. Sin embargo, esta situación puede cambiar en el futuro, ya que el pasado 8 de marzo la AESA emitió un informe favorable sobre un preparado comercial, basado en un extracto del hongo *Aspergillus oryzae* con activi-

dad celulasa y amilasa, destinado a vacas lecheras y terneros de engorde, lo que supone el primer paso para su autorización como aditivo zootécnico. En el caso de producirse la autorización, supondría el primer aditivo enzimático, autorizado en la Unión Europea, para su uso en la alimentación de los animales rumiantes. Si la investigación sobre los preparados enzimáticos destinados a estos animales continúa, es de prever que en el futuro se autorice la comercialización de más aditivos enzimáticos destinados a estos animales.

### EXTRACTOS VEGETALES

La utilización de algunas plantas o de sus extractos se plantea actualmente como uno de los grupos de aditivos que presentan mayores posibilidades de éxito, ya que muchas plantas contienen un elevado número de ingredientes activos que han sido utilizados tradicionalmente en la medicina humana y veterinaria. Estos compuestos son metabolitos secundarios, que parecen cumplir una función de relación de las plantas con su medio ambiente (Greathead, 2003). Las concentraciones de estas sustancias en las plantas son variables, ya que en algunos casos su producción se ve inducida por algunas circunstancias medioambientales. La variedad de moléculas activas que pueden encontrarse en las plantas es muy amplia, pero destacan, entre otros, las saponinas, los taninos, los fenilpropanos, los carotenos y los flavonoides. Las propiedades bacteriostáticas y/o bactericidas, en función de la dosis, de algunos de estos metabolitos están bien contrastadas (Cowan, 1999).

Algunas plantas (anís, tomillo, apio, pimienta, etc.) contienen aceites esenciales que les confieren propiedades aromáticas. Tal y como se ha observado en diferentes experimentos, la utilización de estos aceites puede producir aumentos de la ganancia diaria de peso de cerdos y pollos similares a los registrados con aditivos antibióticos promotores del crecimiento (Piva y Rossi, 1999). Otras plantas, como los cítricos (naranja, pomelo, mandarina, etc.), contienen bioflavonoides que también pueden producir efectos positivos sobre los rendimientos productivos de los animales. Los mecanismos de acción de estas sustancias, y de otras extraídas de diferentes plantas, no se conocen totalmente, y varían según la sustancia de que se trate; algunos de los



mecanismos propuestos figuran a continuación: disminuyen la oxidación de los aminoácidos, ejercen una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos intestinales, favorecen la absorción intestinal, estimulan la secreción de enzimas digestivos, aumentan la palatabilidad de los alimentos y estimulan su ingestión, y mejoran el estado inmunológico del animal [Kamel, 2001].

En el caso de los animales rumiantes, el número de experiencias realizado hasta el momento es inferior al llevado a cabo en los animales monogástricos y, hasta el momento, no existen estudios publicados realizados con pequeños rumiantes. Uno de los extractos vegetales más investigado es el de *Yucca shidigera*. La utilización de estos extractos, ricos en saponinas, provoca en el rumen un descenso de las bacterias Gram positivas y de los protozoos. Algunos de los resultados observados tras la utilización de estos extractos son: una reducción de los niveles de amoníaco en el rumen, un aumento de la producción de ácidos grasos volátiles e, incluso, un incremento de la síntesis microbiana. Un posible medio de acción de los extractos de yuca es su capacidad para “capturar” el amoníaco producido en el rumen, y permitir posteriormente su liberación de forma gradual [Ryan y Leek, 1993]. De esta forma, la liberación de amoníaco se sincroniza con la liberación de energía [al ser fermentados los hidratos de carbono de la dieta] y se favorece el crecimiento de los microorganismos ruminales. Por ello, el uso de estos extractos puede estar muy indicado para animales que reciben dietas con urea o con forrajes que aporten proteína de alta y rápida degradabilidad. Por otra parte, otro efecto bien contrastado de los extractos de yuca [al igual que de otras saponinas] es una disminución del número de protozoos ruminales [Wallace et al., 1994], los cuales son susceptibles a las saponinas de la yuca debido a la presencia de colesterol en sus membranas. Esta disminución del número de protozoos reduce la predación de las bacterias ruminales y por ello puede ocasionar un aumento del flujo duodenal de proteína microbiana. Sin embargo, a pesar de que los efectos de estos extractos sobre la fermentación ruminal son consistentes, en los experimentos realizados para analizar sus efectos sobre los rendimientos productivos de los animales se ha observado una gran variabilidad.

Otros de los metabolitos vegetales más estudiados son los taninos. Estos compuestos, especialmente los taninos condensados, pueden unirse con las proteínas y formar así complejos que las “protegen” frente a su degradación en el rumen. Estas uniones son estables a valores de pH cercanos a la neutralidad o ligeramente inferiores, pero se disocian a valores de pH ácidos, como los encontrados en el abomaso. Debido a estos efectos, los taninos se han considerado un método eficaz para proteger a las proteínas del alimento frente a su degradación ruminal, pero administrados a dosis elevadas pueden presentar efectos negativos, ya que pueden reducir la ingestión y digestibilidad de los alimentos y, por ello, la productividad de los animales [Min et al., 2003].

Recientemente, se han realizado varios estudios *in vitro* para investigar los efectos del aceite de ajo y de algunos de sus metabolitos sobre la fermentación ruminal [Busquet et al., 2005a, 2005b]. En estos estudios se observó que la utilización de aceite de ajo producía una disminución de la proporción de acetato y de la producción de metano, así como un aumento de la proporción de propionato en el rumen. Estos efectos serían similares a los provocados por la utilización de antibióticos ionóforos como aditivos en los animales rumiantes, aunque los mecanismos específicos de acción del aceite de ajo todavía no se han identificado. Otros de los extractos vegetales que están siendo investigados para su uso como posibles aditivos son el timol, el carvacrol, el eugenol y el cinamaldehído [Calsamiglia et al., 2005]. Actualmente, los extractos vegetales forman parte de lo que se denomina “zona gris” en los aditivos, es decir, un grupo de sustancias “toleradas”, pero no admitidas como aditivos de manera estrictamente legal. Los extractos vegetales podrían considerarse dentro del grupo de aditivos clasificado como “sustancias aromáticas y saborizantes”, en el que se incluyen “*todos los productos naturales y los productos sintéticos correspondientes*”, y que pueden utilizarse en todas las especies animales, sin restricción alguna en su edad o en la dosis de producto. Dado que algunos de estos extractos presentan propiedades estimulantes de la ingestión, su posible autorización como aditivos alimentarios con estos efectos no parece problemática. Sin embargo, la utilización de alguna de estas sustancias como “adi-



tivo zootécnico” requerirá que se demuestren sus propiedades para mejorar los rendimientos productivos de los animales. Otro punto importante a este respecto es el control de la calidad de estos aditivos y su trazabilidad, dado que su origen puede ser muy diverso y los procedimientos de obtención son complejos. Por último, hay que señalar que algunos de estos productos presentan actualmente un elevado precio, por lo que éste deberá abarataarse para que su utilización llegue a ser económicamente rentable.

## CONCLUSIONES

Las investigaciones realizadas hasta el momento sobre los diferentes grupos de aditivos que se han revisado en este trabajo se han centrado, fundamentalmente, en el ganado vacuno, y son comparativamente pocos los trabajos realizados para investigar los efectos de estos aditivos cuando se utilizan en la alimentación de los pequeños rumiantes. Por otra parte, los intereses de las empresas que comercializan aditivos también se han centrado preferentemente en el ganado vacuno, por lo que las autorizaciones para su empleo se han solicitado para esta especie. Sin embargo, en los últimos meses se aprecia un creciente interés de las empresas por lograr que algunos de estos aditivos se autoricen también para los pequeños rumiantes. Si esta tendencia continúa en el futuro, es previsible que se incremente el número de aditivos autorizados en la Unión Europea destinados al ganado ovino y caprino.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD EL-GHANI, A.A. 2004. Influence of diet supplementation with yeast culture [*Saccharomyces cerevisiae*] on performance of Zarabi goats. *Small Rum. Res.* 52: 223-229.
- ANDRIGHETTO, I., BAILONI, L., COZZI, G. Y BERZAGHI, P. 1993. Effects of yeast culture addition on digestion in sheep fed high concentrate diets. *Small Rum. Res.* 12: 27-34.
- ASANUMA, N., IWAMOTO, M. Y HINO, T. 1999. Effect of the addition of fumarate on methane production by ruminal microorganisms *in vitro*. *J. Dairy Sci.* 82: 780-787.
- BEAUCHEMIN, K.A., YANG, Z. Y RODE, L.M. 1999. Effects of grain source and enzyme additive or grain source on site and extent of nutrient digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 378-390.
- BEAUCHEMIN K., COLOMBATTO D., MORGAVI D.P. Y YANG W.Z. 2003. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 81: E37-E47.
- BOUATTOUR, M.A. 2004. *Efectos de la utilización de enzimas fibrolíticas y de aceite de soja en la alimentación de ovejas lecheras*. Thesis Master of Science. CIHEAM. Instituto Agromediterráneo de Zaragoza, España.
- BUSQUET M., CALSAMIGLIA S., FERRET, CARRO M.D. Y KAMEL C. 2005A. Effect of garlic oil and four of its compounds on rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 88: 4393-4404.
- BUSQUET, M., CALSAMIGLIA, S., FERRET, A. Y KAMEL, C. 2005B. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. *J. Dairy Sci.* 88: 2508-2516.
- CAJA, G., GARÍN, D. Y MESIÁ, J. 2000. Stimulating rumen fermentation: organic acids salt as growth promoters. *Feed Infr.* 21: 23-25.
- CALLAWAY, T.R. Y MARTIN, S.A., 1996. Effects of organic acid and monensin treatment on *in vitro* mixed ruminal microorganism fermentation of cracked corn. *J. Anim. Sci.* 74:1982-1989.
- CALDWELL, D.R. Y BRYANT, M.P. 1966. Medium without rumen fluid for nonselective enumeration and isolation of rumen bacteria. *Appl. Microbiol.* 14: 794-801.
- CALSAMIGLIA, S., BUSQUET, M., CARDOZO, P.W., CASTILLEJOS, L. Y FERRET, A. 2005. Los aceites esenciales en la alimentación del ganado vacuno. En: *Aditivos zootécnicos en la alimentación del ganado vacuno*. pp. 65-81. Ed. Luzán. 5 S.A. DE EDICIONES, Madrid.
- CARRO, M.D. Y RANILLA, M.J. 2003A. Effect of the addition of malate on *in vitro* rumen fermentation of cereal grains. *Br. J. Nutr.* 89: 181-188.
- CARRO, M.D. Y RANILLA, M.J. 2003B. Influence of different concentrations of disodium fumarate on methane production and fermentation of concentrate feeds by rumen microorganisms *in vitro*. *Br. J. Nutr.* 90: 617-623.
- CARRO, M.D., LEBZIEN, P. Y ROHR, K. 1992A. Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility and duodenal flow in dairy cows fed a silage based diet. *Livest. Prod. Sci.* 32: 219-229.
- CARRO, M.D., LEBZIEN, P. Y ROHR, K. 1992B. Influence of yeast culture on the "in vitro" fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 37: 209-220.
- CARRO, M.D., LÓPEZ, S., VALDÉS, C. Y OVEJERO, F.J. 1999. Effect of DL-malate on mixed ruminal microorganism fermentation using the rumen simulation technique (RUSITEC). *Anim. Feed Sci. Technol.* 79: 279-288.
- CARRO M.D., RANILLA M.J., MOHAMED A.H. Y TEJIDO M.L. 2003A. Digestibilidad *in vitro* de forrajes: efecto del tratamiento con enzimas fibrolíticas. *ITEA* (Vol. Extra) 24: 735-738.
- CARRO M.D., RANILLA M.J., MOHAMED A.H. Y TEJIDO M.L. 2003B. *In vitro* fermentation of cereal straws as affected by the treatment with exogenous fibrolytic enzymes. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 3: 433-436.
- CARRO, M.D., RANILLA, M.J. GIRÁLDEZ, F. J. Y MANTECÓN, A.R. 2006. Effects of malate on diet digestibility, microbial protein synthesis, plasma metabolites and performance of growing lambs fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 84: 405-410.
- COWAN, MM. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12: 564-582.
- DAWSON, K.A. Y GIRARD, I.D. 1997. Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preparations on ruminal bacteria. En: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries*. (eds. T.P. Lyons and K.A. Jacques). pp. 293-304. Nottingham University Press.
- DAWSON, K.A. 2000. Some milestones in our understanding of yeast culture supplementation in ruminants and their implications in animal production systems. En: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries*. (eds. T.P. Lyons and K.A. Jacques). pp. 473-486. Nottingham University Press.
- FLORES, C. 2004. *Mejora de la producción de ganado ovino mediante enzimas fibrolíticas en ovejas lecheras y malato en corderos de engorde*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- FRUMHOLTZ, P.P., NEWBOLD, C.J. Y WALLACE, R.J. 1989. Influence of *Aspegillus oryzae* fermentation extract on the fermentation of a basal ration in rumen-simulation technique (Rusitec). *J. Agric. Sci.* 113: 169-172.
- FULLER, R. 1989. A Review: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66, 365-378.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, R., RANILLA, M.J., TEJIDO, M.L. Y CARRO, M.D. 2005. Effects of disodium fumarate on *in vitro* rumen microbial growth, methane production and fermentation of diets differing in their forage:concentrate ratio. *Br. J. Nutr.* 94:71-77.
- GARIN, D., CAJA, G. Y MESIÁ, J. 2001. Effects of the use of Gustor XXI, as a substitute of growth promoters in the intensive fattening of lambs. *Cah. Options Mediterr.* 54: 181-184.
- GIGER-REVERDIN, S., BEZAULT, N., SAUVANT, D. Y BETIN, G. 1996. Effects of a probiotic yeast in lactating ruminants: interaction with dietary nitrogen level. *Anim. Feed Sci. Technol.* 63: 149-162.
- GIRALDO, L.A., RANILLA, M.J., TEJIDO, M.L. Y CARRO, M.D. 2004A. Effect of exogenous fibrolytic enzymes on *in vitro* rumen fermentation of tropical forages. *J. Anim. Feed Sci.* 13: 67-70.
- GIRALDO, L.A., RANILLA, M.J., TEJIDO, M.L. Y CARRO, M.D. 2004B. Effect of enzyme application method on *in vitro* rumen fermentation of tropical forages. *J. Anim. Feed Sci.* 13: 63-66.
- GIRALDO, L.A., TEJIDO, M.L., RANILLA, M.J. Y CARRO, M.D. 2005A. Degradación ruminal de un substrato con un alto contenido en forraje en fermentadores de flujo semicontinuo: efecto del tratamiento con enzimas fibrolíticas. *ITEA* (Vol. Extra) 26: 584-586.
- GIRALDO, L.A., CARRO, M.D., RANILLA, M.J., TEJIDO, M.L. Y MOHAMED, A.H. 2005B. *In vitro* ruminal fermentation of low-quality forages as influenced by the treatment with exogenous fibrolytic enzymes. En: *Proceedings of the 11th Seminar of the FAO-CIHEAM Sub-Network on Sheep and Goat Nutrition*. pp. 88.
- GIRALDO, L.A., TEJIDO M.L., RANILLA M.J. Y CARRO M.D. 2006. Effects of exogenous cellulase supplementation on microbial growth and ruminal fermentation of a high-forage diet in Rusitec fermenters. *J. Anim. Sci.* [En prensa].
- GONZÁLEZ, E. 2004. *Utilización de enzimas fibrolíticas en cabras lecheras. Evaluación de su actividad y características fermentativas in vitro*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- GÓMEZ J.A., TEJIDO, M.L. Y CARRO, M.D. 2005. Mixed rumen microorganisms growth and rumen fermentation of two diets in RUSITEC fermenters: influence of disodium malate supplementation. *Br. J. Nutr.* 93:479-484.
- GREATHEAD, H. 2003. Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proc. Nutr. Soc.* 62: 279-290



- HADDAD, S.G. Y GOUSSOUS, S.N. 2005. Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118: 343-348.
- HADJIPANAYIOTOU, M., ANTONIOU, I. Y PHOTIOU, A. 1997. Effects of the inclusion of yeast culture on the performance of dairy ewes and goats and the degradation of feedstuffs. *Livest. Prod. Sci.* 48: 129-134
- HRISTOV, A.N., RODE, L.M., BEAUCHEMIN, K.A. Y WUERFEL, R.L. 1996. Effect of a commercial enzyme preparation on barley silage in vitro and in sacco dry matter degradability. En: *Proceedings of the Western Section American Society of Animal Science*. pp. 282-284. Rapid City, South Dakota, USA
- KAMEL, C. 2001. Tracing modes of action and the roles of plant extracts in non-ruminants. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. (eds. P.C. Garnsworthy y J. Wiseman). pp. 135-150. Nottingham University Press, Nottingham, Reino Unido.
- KUNG, L.JR., HUBER, J.T., KRUMMREY, J.D., ALLISON, L. Y COOK, R.M. 1982. Influence of adding malic acid to dairy cattle rations on milk production, rumen volatile acids, digestibility, and nitrogen utilization. *J. Dairy Sci.* 65: 1170-1174.
- LEWIS, G.E., HUNT, C.W., SANCHEZ, W.K., TREACHER, R., PRITCHARD, G.T. Y FENG, P. 1996. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *J. Anim. Sci.* 74: 3020-3028.
- LÓPEZ, S, VALDÉS, C., NEWBOLD, C.J. Y WALLACE, R.J. 1999. Decreased methane production and altered fermentation in response to the addition of fumaric acid to the rumen simulation technique [Rusitec]. *Br. J. Nutr.* 81: 59-64.
- MARTIN, S.A., STREETER, M.N., NISBET, D.J., HILL, G.M. Y WILLIAMS, S.E. 1999. Effects of DL-malate on ruminal metabolism and performance of cattle fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 77: 1008-1015.
- MCALLISTER, T.A., HRISTOV, A.N., BEAUCHEMIN, K.A., RODE, L.M. Y CHENG, K.-J. 2001. *Enzymes in ruminant diets*. In: *Enzymes in Farm Animal Nutrition* (eds. M.R. Bedford y G.G. Partridge), pp. 273-298. CAB International, Londres, Reino Unido.
- MIN, B.R., BARRU, T.N., ATTWOOD, G.T. Y MCNABB, W.C. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106: 3-19.
- MOHAMED, A.H., EL-SAYDI, B.E., IBRAHIM, K., TEJIDO, M.L. Y CARRO, M.D. 2005. Effects of exogenous enzymes on in vitro ruminal fermentation of a high-forage diet and productive responses of lactating ewes. *Egypt. J. Nutr. Feeds*, 8: 591-602.
- NEWBOLD, C.J. 1995. Probiotics for ruminants. En: *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Nutrition* (eds. J. Wallace y A. Chesson). pp. 259-278. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany.
- NEWBOLD, C.J., WALLACE, R.J. Y MCINTOSH, F.M. 1996. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *Br. J. Nutr.* 76:249-256.
- NISBET, D.J. Y MARTIN, S.A. 1990. Effect of dicarboxylic acids and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on lactate uptake by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 56: 3515-3518.
- NISBET, D.J. Y MARTIN, S.A. 1991. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Anim. Sci.* 69: 4628-4633.
- PINOS-RODRÍGUEZ, J.M., GONZÁLEZ, S.S., MENDOZA, G.D., BÁRCENA, R., COBOS, M.A., HERNÁNDEZ, A. Y ORTEGA, M.E. 2002. Effects of exogenous fibrolytic enzyme on ruminal fermentation and digestibility of alfalfa and rye-grass hay fed to lambs. *J. Anim. Sci.* 80: 3016-3020.
- PIVA, G. Y ROSSI, F. 1999. Future prospects for the non-therapeutic use of antibiotics. En: *Recent Progress in Animal Production Science. 1. Proceedings of the A.S.P.A. XII Congress* (eds. G. Piva, G. Bertoni, F. Masoero, P. Bani y L. Calamari). pp. 279-317. Piacenza, Italy.
- ROJO, R., MENDOZA, G.D., GONZÁLEZ, S.S., LANDOIS, L., BÁRCENA, R. Y CROSBY, M.N.M. 2005. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger* on ruminal starch digestion and lamb performance. *Small Rum. Res.* 123-124: 655-665.
- RUSSELL, J.B. Y VAN SOEST, P.J. 1984. In vitro ruminal fermentation of organic acids common in forage. *Appl. Environ. Microbiol.* 47: 155-159.
- RYAN, J.P. Y REEK, B.F. 1993. The complementary effects of *Saccharomyces cerevisiae* yeast culture (Yea-Sacc 1026) and *Yucca schidigera* extract (solid De-odorase) on ruminal metabolism in sheep. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl 1): 287.
- SALAMA, A.A.K., CAJA, G., GARIN, D., ALBANELL, E., SUCH, X. Y CASALS, R. 2002. Effects of adding a mixture of malate and yeast culture [*Saccharomyces cerevisiae*] on milk production of Murciano-Granadina dairy goats. *Anim. Res.* 51: 295-303
- SALMINEN, S. Y TUOMOLA, E. M. 1998. Adhesión of some probiotic and dairy Lactobacillus strains to Cacao-2 cell cultures. *Int. Food Microbiol.* 41:45-51.
- TEJIDO M.L., RANILLA M.J., GARCÍA-MARTÍNEZ R. Y CARRO M.D. 2005. In vitro microbial growth and rumen fermentation of different diets as affected by the addition of disodium malate. *Anim. Sci.* 81:31-38.
- TITI, H. Y LUBBADEH, W.F. 2004. Effect of feeding cellulase enzyme on productive responses of pregnant and lactating ewes and goats. *Small. Rum. Res.* 52: 137-143.
- VAN VUUREN, M. 2003. Effect of live yeast on the performance of dairy cows. En: *Proceedings of the 2003 International European Probiotics Association Seminar*. Lelystad, Holanda.
- Wallace, R.J., Arthaud, L. y Newbold, C.J. 1994. Influence of *Yucca schidigera* extract on ruminal ammonia concentrations and ruminal microorganisms. *Appl. Environ. Microbiol.* 60: 1762-1767.
- WALLACE, R.J., WOOD, T.A., ROWE, A., YAÑEZ, D.R., WILLIAMS, S.P. Y NEWBOLD, C.J. 2005. Encapsulated fumaric acid as a means of decreasing ruminal methane emissions. En: *Publication Series, Institute of Animal Science, ETH Zurich* (eds. C.R. Soliva, J. Takahashi y M. Kreuzer). Vol. 27, pp. 86-89.
- YANG, W.Z., BEAUCHEMIN, K.A. Y RODE, L.M. 1999. Effects of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 391-403.
- YANG, W.Z., BEAUCHEMIN, K.A. Y RODE, L.M. 2000. A comparison of methods of adding fibrolytic enzymes to lactating cow diets. *J. Dairy Sci.* 83: 2512-2520.
- ZHENG, W., SCHINGOETHE, D.J., STEGEMAN G.A., HIPPEN, A.R. Y TREACHER, R.J. 2000. Determination of when during the lactation cycle to start feeding a cellulase and xylanase enzyme mixture to dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83: 2319-2325.

# Genes mayores en ganado ovino, implicaciones en la reproducción

pR 7, núm. 3: 38-44 (2006)

L. BODIN

INRA – SAGA, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan (France) · Loys.Bodin@toulouse.inra.fr  
 Ponencia presentada en las XXXI Jornadas Científicas de la SEOC (Zamora)

## INTRODUCCIÓN

Desde 1982, cuando Piper y Bindon descubrieron en Australia el primer gen mayor que controla un carácter cuantitativo, se han descubierto muchos genes y QTLs para varios caracteres de interés agrónomo. El dogma de la genética cuantitativa ha cambiado desde entonces. Los caracteres cuantitativos no están controlados únicamente por un gran número de genes con pequeños efectos, sino que también pueden estar influenciados por genes de efectos importantes. Entre esos genes o QTLs, los que producen un efecto suficientemente grande como para ser detectado por análisis de los fenotipos (tipo análisis de segregación) se suelen llamar genes mayores. Debido a sus características serán, probablemente, más utilizados por la industria que los QTLs de pequeños efectos.

El estudio de los efectos ligados a las variaciones genéticas ayuda a la comprensión de los mecanismos fisiológicos implicados en una función biológica. La genética, además de su importancia para la mejora de una especie, se convierte así en una herramienta de conocimiento. La reproducción del ganado ovino es un buen ejemplo, puesto que las mutaciones de varios genes implicados en el control de la ovulación son genes mayores, efectivamente utilizados en el sector comercial, y que han dado a conocer nuevas vías metabólicas que se desconocían antes.

Los objetivos de este artículo son mostrar la gran variedad de genes mayores descubiertos hasta hoy en ovino, exponer más detalladamente las características de los genes que controlan la reproducción, y finalmente se discutirá la utilización de esos genes en el cuadro de la mejora genética.



## PRINCIPALES GENES MAYORES CONOCIDOS EN OVINO

La búsqueda de loci, con un efecto significativo sobre una función, ha suscitado durante esos últimos años un gran número de programas de investigación, y la lista de QTLs identificados es muy extensa. Sin embargo, hay pocos loci cuyos efectos sean realmente grandes. El número de esos QTLs cuyas mutaciones causales hayan sido identificadas es menor aún. Gran parte de la información al respecto se presentó durante un seminario internacional dedicado específicamente a los genes mayores y QTLs en ovino y caprino (Bodin, 2005)

### Lana

Ian Purvis y Ian Franklin han hecho una revisión de los genes mayores y QTLs que influyen en la producción y la calidad de la lana (Purvis and Franklin, 2005). Para la industria de la lana, los dos genes mayores más importantes que actúan sobre las características de las fibras son los genes **HH1** y **HH2**. El primero presenta una dominancia incompleta, mientras que el segun-

do es recesivo, pero los dos producen una modulación extrema de las fibras ideal para la fabricación de alfombras. Debido a ese interés, esos genes fueron multiplicados en varias razas de Nueva Zelanda. De estas razas, la Drysdale, que lleva el **HH1<sup>N</sup>** alelo, tiene ahora alrededor de 600.000 animales. Es, seguramente, el mejor ejemplo del uso a gran escala de un gen mayor que controla un carácter de producción en ovino. Otro gen, responsable del lustre de la lana, se conoce desde hace tiempo y se explota en varias estirpes de Merinos australianos. Finalmente se ha descubierto recientemente una mutación recesiva del **gen hr** que causa una ausencia total de pelo en algunos animales de la raza italiana Valle del Belice, pero que no es de gran interés en producción animal.

Además de esos pocos genes mayores identificados, se han encontrado varios QTLs que controlan la producción o la calidad de la lana, pero aún no se ha llegado hasta la identificación de los genes implicados, y todavía no existe una utilización de esos QTLs en la industria.



### Caracteres de carne

En muchas situaciones, los principales objetivos de mejora de las canales de corderos son aumentar la cantidad de magro y disminuir la de grasa. Pero la velocidad de crecimiento y los caracteres de coloración, veteado, terneza así como de componentes y calidad de la grasa son también importantes. Para todos esos caracteres se han detectado QTLs, mayoritariamente con pequeños efectos, pero se han descubierto también algunos genes mayores, de los que algunos son extensivamente utilizados por los ganaderos.

El **gen Callipyge** encontrado en Dorset Americano actúa principalmente sobre la hipertrofia muscular. Los corderos que llevan ese gen presentan varias características muy interesantes para la producción de carne y su calidad: rendimiento superior de la canal, núcleo de chuleta más grande, mejor porcentaje de magro, piernas más desarrolladas, mejor eficacia alimentaria y menor consumo diario, etc. Sin embargo, ese gen confiere también una carne dura, lo que anula totalmente las otras ventajas y limita tremendamente su uso en las ganaderías. Ese gen está localizado sobre el cromosoma 18 y se conoce la mutación causal, pero el tipo de herencia es complejo puesto que los únicos animales que expresan el carácter son los heterocigotos que heredan el gen por parte de su padre. La comprensión de la regulación y de la expresión muy particular de ese gen (Georges et al., 2003; Cockett et al., 2005) necesita todavía más investigación.

El **gen Carwell** o **REM** (Rib-eye muscling) situado también sobre el cromosoma 18 afecta casi exclusivamente el longissimus dorsi y el área del núcleo de la chuleta. Es también un gen cuya expresión depende del sexo que lo transmite (gen sometido a imprinting), en este caso el macho. Fue encontrado en 1989 en la población de Poll Dorset de Australia y Nueva Zelanda, donde alrededor del 17% de la población (~60.000 cabezas en total) lleva el gen. OVITA, en Nueva Zelanda, comercializa una prueba de ADN para ese gen.

El **gen Texel** de "doble muscularidad", existe en varias poblaciones Texel de Bélgica, de Australia y de Nueva Zelanda. Es codominante y su alelo favorable genera una hipertrofia de los miocitos, y por lo tanto una hipertrofia muscular generalizada, al igual que las mutación de la miostatina en bovino. De hecho se ha demostrado hace



**Cuadro 1.** Poblaciones de ovino portadoras de genes mayores de ovulación.

POBLACIONES	AUTOR PRINCIPAL	ESTADO	CRO.	NOMBRE	GEN
Booroola	Piper & Bindon Davis et al., 1982	mutación causal	6	FecB <sup>B, +</sup>	BMPR1B
Inverdale	Davis et al., 1991	mutación causal	X	FecX <sup>L, +</sup>	BMP15
Hanna	Davis et al., 2001b	mutación causal	X	FecX <sup>H, +</sup>	BMP15
Belclare	Hanrahan, 1991	mutación causal	X	FecX <sup>B, +</sup>	BMP15
Cambridge	Hanrahan and Owen, 1985.	mutación causal	X	FecX <sup>G, +</sup>	BMP15
Lacaune 2	Bodin et al., 2003	mutación causal	X	FecX <sup>L, +</sup>	BMP15
Galway	Hanrahan, 1991	mutación causal	5	FecX <sup>H, +</sup>	GDF9
Lacaune 1	Lecerf et al., 2002	marcadores ligados	11	FecL <sup>L, +</sup>	?
Woodlands	Davis et al., 2001 <sup>a</sup>	Evidencia estadística	X	FecX2 <sup>W, +</sup>	
Metherell	Davis et al., 2002b	Evidencia estadística	X	FecX2 <sup>M, +</sup>	
Thoka	Jonmundsson and Adalsteinsson, 1985	Evidencia estadística	?	FecI	
Wishart	Davis et al., 2005	Evidencia estadística	?	FecW	
Olkuska	Martyniuk and Radomska, 1991	sugerido	?		
Loa	Jónmundsson et al., 2003	sugerido	?		
Belle Ile	Malher and Le Chere, 1998	sugerido	?		
Chios		sugerido	?		
Davis	Davis et al. (comunicación personal)	sugerido	?		trabajo pendiente
Booroola 2	Davis et al. (comunicación personal)	sugerido	?		trabajo pendiente

poco la implicación muy particular de microARN y del gen *MSTN* en ese fenotipo.

### Caracteres de leche

Los programas de detección de QTLs, implementados en ovino de leche estos últimos años, han permitido descubrir muchos QTLs situados sobre más de 7 cromosomas. Los que mayores efectos tienen se localizan sobre los cromosomas 6, 9 y 20. De momento ninguno entra en la categoría de los genes mayores, aunque uno corresponde a *DGAT1* cuyo polimorfismo existe también en bovino y controla la cantidad de materia grasa [Barillet *et al.*, 2005].

### Resistencia a enfermedades

El desarrollo del gen *PrP*, que otorga la sensibilidad o resistencia a scrapie, es ejemplar en la historia de esta nueva genética mixta. En los años 90, se descubrió que un alelo de ese gen proporcionaba una resistencia casi total [Elsen *et al.*, 1997]. Debido a la gran presión social, su utilización en la industria fue entonces muy rápida en algunos países europeos donde ahora existen programas de selección fuertemente implantados. Es sin duda el gen más genotipado en ovino.

Aparte del caso de scrapie, las investigaciones sobre la resistencia a las enfermedades [salmonelosis, mamitis,...] o a los parásitos [nematodos, estrongilos,...] han permitido evidenciar numerosos QTLs, pero ningún gen mayor. Entre las enfermedades, algunas afecciones proceden de anomalías genéticas y son por lo tanto fáciles de controlar una vez que el determinismo genético ha sido elucidado y las mutaciones causales sean conocidas. Es el caso de la microftalmia, un defecto genético que produce corderos ciegos debido a un gen recesivo, con frecuencia ~10% en la raza Texel de Nueva Zelanda, para la cual existe un kit de detección comercializado.

### Caracteres de reproducción: Ovulación

En 1980, en un congreso de genetistas, Piper y Bindon presentaron la transmisión muy particular de la prolificidad observada en un rebaño de Merinos Booroola. La conclusión de sus análisis fue que la prolificidad excepcional de esos animales podía resultar, en parte, de la acción de un gen mayor que afectaba la tasa de ovulación. Era la primera vez que se sugería la existencia de un gen de efecto mayor sobre la prolificidad y, en ese momento, había muchos escépticos que dudaban de que un gen



podiera por sí solo modular la expresión de un carácter tan complejo. Aunque las pruebas por parte de la genética cuantitativa aparecieron rápidamente, hicieron falta veinte años para descubrir la mutación causal, y todavía los mecanismos fisiológicos implicados no son totalmente conocidos. Desde entonces, muchos estudios han tratado de descubrir genes mayores para prolificidad en poblaciones comerciales, haciendo ese carácter de reproducción el más estudiado. Los principales motivos son: la prolificidad es uno de los objetivos prioritarios para los ovinos de carne incluso en ambientes difíciles; la heredabilidad de la prolificidad es muy baja y los progresos genéticos muy lentos y difíciles de adquirir en el caso de una herencia totalmente poligénica; el tamaño de la camada es un carácter muy fácil de medir y de registrar y las observaciones de valores extremos son bastante llamativas y pueden hacer sospechar fenómenos que no pertenecen a la herencia poligénica aditiva.

La tasa de ovulación y la mortalidad embrionaria son los dos componentes principales de la prolificidad. Aunque existe una variabilidad fenotípica importante, la heredabilidad de la mortalidad embrionaria es muy baja y, desafortunadamente, hasta ahora no se ha encontrado ningún gen mayor o incluso QTLs para ese componente. Debido a la no-linealidad de la relación entre tasa de ovulación y mortalidad embrionaria, el efecto de un gen mayor de ovulación sobre la expresión de la prolificidad es más fuerte en las razas de bajo nivel de ovulación. En esas razas de poca prolificidad, el análisis de los tamaños de camada puede ser suficiente, en un primer paso, para demostrar una

herencia mixta (poligénica más un gen de efecto mayor), pero para razas más prolíficas, la localización del gen implicado necesita datos de ovulación.

El cuadro 1 resume los distintos genes mayores de ovulación descritos en ovino y clasificados en cuatro grupos, según las informaciones conocidas.

1- *Genes localizados con mutaciones causales identificadas.* De momento conocemos solamente 3 genes [**BMPR1b**, **BMP15**, **GDF9**] que curiosamente pertenecen los tres a la misma vía metabólica del control de la ovulación. De hecho, dos [**BMP15** y **GDF9**] son de la superfamilia de los “transforming growth factor: **TGFβ**”; el otro codifica por un receptor del **TGFβ**: **BMPR1B**.

2- *Genes localizados con marcadores pero no identificados todavía.* Es el caso del gen **Lacaune** autosomal, localizado sobre el cromosoma 11, y para el cual existen 7 marcadores próximos que permiten definir el haplotipo de los animales portadores de la mutación.

3- *Genes señalados por resultados de análisis estadísticos de un diseño específico.* Los genes **Woodlands**, **Metherell**, **Thoka** y **Wishart** se encuentran en esa situación, pero por su modo de transmisión particular se ha podido deducir que los genes **Woodlands** y **Metherell** se ubican sobre el cromosoma X y son distintos de **BMP15**. Sin embargo no se sabe si **Woodlands** y **Metherell** son realmente distintos.

4- *Genes putativos sugeridos por observaciones de altas tasas de ovulación o de tamaños de camada extremos y por una transmisión particular entre animales emparentados.* Hay seis



genes en esa situación [Olkuska, Loa, Belle-Ile, Chios, Davis, Booroola2]. Para ellos las informaciones que tenemos no permiten asegurar su verdadera existencia como gen mayor, aunque sea muy probable.

Así, de momento podemos asegurar que hay por lo menos 5 genes mayores diferentes que modulan la tasa de ovulación, pero si todos los que se sospechan fueran distintos entre ellos y de los conocidos, tendríamos 14.

**BMPR1B.** Ese gen comúnmente llamado Booroola (*FecB*) fue el primer gen mayor descubierto [Mulsant et al., 2001; Wilson et al., 2001]. Corresponde a una sencilla mutación en un receptor del 'Bone Morphogenetic Protein' (BMPR-1B), que puede ser detectada por varios procedimientos. Ahora existen diferentes métodos para su genotipado en Australia, Francia o Nueva Zelanda. En Nueva Zelanda el genotipado viene en un kit de detección de varios genes mayores, QTLs y marcadores para el test de paternidad. En los últimos años, muestras de varias razas prolíficas (entre ellas la Gallega), fueron genotipadas para esa mutación, que se encontró en segregación en las poblaciones Booroola-Merinos (Australia – Nueva Zelanda), Javanesa (Indonesia) y Han (China), y casi fijadas en las poblaciones Garole (India) y Hu (China).

Su efecto es aditivo sobre la tasa de ovulación. Cada copia sucesiva del gen aumenta la tasa de ovulación en aproximadamente 1,5 óvulos, pero solamente entre 1 y 0,5 corderos al nacimiento, respectivamente, para la primera y la segunda copia. En "Booroola Mérimos d'Arles" donde se intro-

**Cuadro 2.** Efecto de los distintos genes mayores de ovulación.

POBLACION	GEN	AUMENTO DE OVUL. EN LAS HETEROCIGOTAS	AUMENTO DE OVUL. EN LAS HOMOCIGOTAS
Booroola	<i>FecB</i>	1,65	3.30
Javanese	<i>FecB</i>	1,30	?
Lacaune 1	<i>FecL</i>	1,10	?
Thoka		1,03	?
Olkuska		1,15	2.30
Belclare & Cambridge	<i>FecG</i>	1,39	esterilidad
Inverdale	<i>FecX<sup>I</sup></i>	1,00	esterilidad
Hanna	<i>FecX<sup>H</sup></i>		esterilidad
Belclare	<i>FecX<sup>B</sup></i>	0,97	esterilidad
Belclare & Cambridge	<i>FecX<sup>G</sup></i>	0,70	esterilidad
Lacaune 2	<i>FecX<sup>L</sup></i>	1,60	esterilidad
Woodlands	<i>FecX2</i>	0,39	(0.39)
Wishart	<i>FecW</i>	0.8	?

dujo el gen por introgresión, la prolificidad superior de las hembras heterocigotas, comparadas con las que no llevan el gen, resulta en un aumento de 0,6 corderos vivos por parto a setenta días, lo que se traduce en un 40% más de peso de cordero comercializado por oveja, a pesar de que los pesos individuales de los corderos son más bajos. La frecuencia de partos triples (o mayores) inducida por el aumento de prolificidad, tiene consecuencias obvias sobre el peso al nacimiento, el crecimiento y la viabilidad de los corderos y obliga a usar lactancia artificial. Sin embargo, no hay ningún efecto del genotipo sobre los caracteres de la canal.

Aunque la diseminación del gen Booroola, por estudios genéticos y fisiológicos, fue muy extensa (por lo menos 13 países – España incluido) al principio de los años noventa, el uso a nivel privado de ese gen es escaso. En muchas situaciones el genotipo homocigoto no es económicamente rentable, puesto que el aumento de ovulación de esas ovejas es demasiado grande y resulta en un aumento inaceptable de partos triples, y de la mortalidad global. Mantener un rebaño de ovejas heterocigotas (para cualquier gen) es difícil sin genotipar un gran número de corderas (el doble de lo necesario para la reposición) y actualmente el coste de ese genotipado es demasiado elevado. En las poblaciones Garole y Hu, el efecto del gen es posible-

mente menos fuerte, y quizás las ovejas homocigotas serán suficientemente rentables para explicar el mantenimiento de ese gen a un nivel casi fijado.

**BMP15.** Si la implicación de un gen ligado al cromosoma X, en la modulación de la ovulación, fue demostrada en la población Inverdale (*FecX<sup>I</sup>*) después de la del Booroola, la identificación de la mutación causal fue antes [Galloway et al., 2000]. Es una mutación que introduce un codón stop en el gen del 'transforming growth factor' BMP15, impidiendo así la transcripción de la proteína. El modo de herencia y el efecto de ese gen son particulares. Al estar situado en el cromosoma X, un macho mutado pasa la mutación a todas sus hijas, pero a ninguno de sus hijos; mientras que una hembra heterocigótica pasa su mutación a la mitad de sus descendientes. Si en estado heterocigoto, el gen aumenta la tasa de ovulación (alrededor de 1 óvulo), en homocigosis este gen induce una esterilidad funcional: los ovarios detienen su desarrollo en un nivel infantil. Otras cuatro mutaciones en el mismo gen ha sido descubiertas posteriormente [Hanna: *FecX<sup>I</sup>*, Belclare: *FecX<sup>B</sup>*, Galway: *FecX<sup>G</sup>*, Lacaune: *FecX<sup>L</sup>*]. Si al nivel heterocigoto el aumento de tasa de ovulación es variable según los alelos (cuadro 2), al nivel homocigoto todos inducen el mismo fenotipo de esterilidad.



La mutación Inverdale encontrada en Romney, fue buscada en un gran número de otras razas prolíficas, pero no fue encontrada en ninguna. La mutación Galway FecX<sup>G</sup> de ese locus es, hasta ahora, la única común a distintas poblaciones: razas Belclare y Cambridge que son pequeñas poblaciones y, sobre todo, la raza Leyen que cuenta con más de 230.000 cabezas. Esta raza tiene una prolificidad estimada alrededor de 2 en algunos rebaños, pero no hay estimaciones de frecuencias del gen ni tampoco de la diferencia de prolificidad entre las que llevan o no el gen. Sin embargo, se ha descrito un rebaño con alta incidencia de esterilidad. En Lacaune, el núcleo de selección cuenta alrededor de 10.000 ovejas también con una prolificidad de 2. La frecuencia de ese gen, estimada alrededor de 7%, ocasiona una frecuencia baja de hembras homocigotas, lo que explica los escasos casos de esterilidad mencionados por los ganaderos. En esa raza, como se puede mantener la prolificidad de otro modo, los ganaderos han decidido erradicar poco a poco este gen.

El manejo del gen Inverdale por los ganaderos no es fácil y crea problemas similares a los del gen Booroola, puesto que la producción de animales homocigotos debe ser evitada. El mantenimiento de una frecuencia alta del gen en heterocigosis de forma estable y con pocos animales estériles, supone una gestión precisa de los apareamientos. Sin embargo, utilizando un porcentaje constante de machos heterocigotos al azar en una población, se mantiene la frecuencia de ovejas heterocigotas que se reproducen. Así con 50% de machos portadores de la mutación, la frecuencia de ovejas heterocigotas se estabiliza alrededor de 60%, con solamente 15% de las corderas nacidas estériles.

**GDF9.** Esa mutación fue encontrada por primera vez en una familia muy prolífica de ovejas Belclare (Irlanda) y luego en la raza Cambridge (Hanrahan *et al.*, 2004). Está localizada sobre el cromosoma 5 y, de momento, se conocen solamente dos alelos funcionales: *FecG<sup>+</sup>* y *FecG<sup>H</sup>*. El gen GDF9 como BMP15 pertenece a la superfamilia de los “transforming growth factor  $\beta$ ” y codifica una proteína expresada en el ovario, de forma particular en los folículos. En estado heterocigoto, este gen proporciona un aumento de la tasa de ovulación [+1,4 óvulos], pero en homocigosis se

**Cuadro 3.** Tasa de ovulación de ovejas Lacaune según su genotipo a los dos loci mayores

GENOTYPE	+/+ +	L+/+ +	LL/++	+/X*+	L+/X*+
nb. Ewes	341	122	21	12	9
nb. Records	1571	685	166	83	50
OR mean	1,43	3,05	4,64	3,60	4,08
Range	1 - 3	1 - 8	2 - 11	1 - 7	2 - 6
% OR=1	0,59	0,04	-	0,02	-
% OR=2	0,38	0,31	0,08	0,08	0,06
% OR=3	0,02	0,36	0,19	0,37	0,18
% OR $\geq$ 5	-	0,11	0,47	0,17	0,30
% OR $\geq$ 7	-	0,01	0,14	0,01	-

observa una esterilidad funcional. En Belclare y Cambridge donde alelos de BMP15 están segregando, la presencia en el mismo animal de una mutación BMP15 y de otra en el gen GDF9, tiene efectos multiplicativos sobre la tasa de ovulación. En la actualidad no hay datos sobre la prolificidad y mortalidad embrionaria de las ovejas que llevan las dos mutaciones. Ese gen ha sido descubierto también en la “small tail Han sheep” que lleva también el gen Booroola.

**Lacaune.** El gen Lacaune (Bodin *et al.*, 2002; Lecerf *et al.*, 2002) fue encontrado en una población seleccionada desde 1.976 para prolificidad. El progreso genético rápido, la aparición de tamaños de camada muy altos (más de 5), la esti-

mación de la heredabilidad demasiado elevada ( $h^2=0.4$ ), las anomalías de transmisión entre los valores genéticos de unos machos y los de sus hijos, fueron dudas que incitaron a diseñar en una granja experimental un protocolo específico para la detección de un gen mayor. Como el protocolo diseñado para localizar el gen Booroola, este método se basó en las observaciones de ovulación de medias hermanas, seguido por un barrido genómico o “genome scan”. En poco tiempo ha localizado el gen en una pequeña región [ $\sim 2$  cM] del cromosoma 11. Aunque se desconoce la mutación causal, existe un haplotipo, constituido por siete marcadores microsatélites, que permite identificar, con una robabilidad aceptable, a todos los animales por-





tadores de la mutación en la población. El efecto sobre la tasa de ovulación es aditivo y próximo a 1,6 óvulos [cuadro 3]. El tamaño de camada en las ovejas heterocigotas es próximo a 2, lo que constituye el óptimo económico para la mayoría de los ganaderos; sin embargo el porcentaje de partos cuadruples o mayores es superior a 10%. La frecuencia de hembras heterocigotas en las ganaderías de selección, pudo ser estimada en un 45%; al mismo tiempo se estimó la prolificidad de las ovejas que no llevan el gen en 1,6, o sea la prolificidad de esos rebaños hace 20 años. Por esos dos resultados los ganaderos decidieron mantener el gen y adoptar un manejo en consecuencia.

Los ganaderos necesitan un manejo con el mínimo número de genotipados y que maximice el porcentaje de ovejas heterocigotas, minimizando el de homocigotas. El uso exclusivo de machos ++ y la estricta selección de las corderas de reposición entre las hijas de las mejores hembras, permitirá llegar a 50% de heterocigotas y mantener esa proporción con el único genotipado de los machos. Para llegar más rápidamente a ese límite, se ha propuesto también producir durante algunas generaciones, corderas L+ inseminando madres ++ con machos LL.

**Woodlands.** Entre los genes mayores de ovulación descubiertos hasta ahora, el gen *FecX2<sup>W</sup>*, tiene los efectos más bajos. Aumenta la tasa de ovulación en solamente 0,39 óvulos y el tamaño de la camada en 0,25 corderos. Su otra particularidad es su tipo de transmisión complejo [Davis *et al.*, 2001]. Como el BMP15, se encuentra en el cromosoma X, lo que significa que un macho lo trasmite a todas sus hijas, pero a ninguno de sus hijos. Por otra parte ese gen esta sometido a imprinting materno; es decir que la expresión de ese gen está desactivada cuando se hereda por parte de la madre (hija silenciosa), y está activada cuando se hereda del padre (hija expresadora). Pero ese imprinting materno es particular, puesto que su abolición se produce únicamente cuando un macho hereda el gen de una hembra silenciosa. Debido a la complejidad no totalmente elucidada de esa transmisión, ese gen no tendrá mucho uso a nivel comercial. Sin embargo, su presencia en una población seleccionada puede afectar tremendamente el cálculo de los valores genéticos.

**Cuadro 4.** Numero (y frecuencia) de cada genotipo del gen del receptor a la melatonina *Mel<sub>1A</sub>* en líneas divergentes para la actividad ovárica espontánea en Merinos d'Arles.

GENOTIPO	LÍNEA BAJA	LÍNEA ALTA
++	48 [0,35]	93 [0,44]
+-	62 [0,45]	97 [0,46]
--	28 [0,20]	20 [0,10]
<b>Total</b>	138	210

**Thoka.** La existencia del gen Thoka fue sospechada en Islandia en los años 80. Un análisis de segregación, sobre datos acumulados durante 14 años da evidencia estadística de la existencia de un gen autosómico de carácter aditivo [Walling *et al.*, 2002]. Induce un incremento de alrededor de 1,03 óvulos y 0,7 corderos en la hembras heterocigotas. El incremento de prolificidad es, técnica y económicamente interesante, lo que favorece su difusión en las ganaderías. Un gran número de rebaños cuenta con ese gen para mantener una buena prolificidad. Aunque se han visto casos de infertilidad, la esterilidad de las hembras homocigotas no está confirmada todavía. La localización del gen no se conoce, pero se sabe que el locus *Booroola* no está implicado.

Para los genes de ovulación encontrados en otras razas o poblaciones [Olkuska, Chios, Belle-Ile, Metherell, Loa, Wishart, Davis, *Booroola2*], tenemos menos información [Davis, 2005] y, sobre todo, no podemos descartar la posibilidad de que sean mutaciones ya conocidas.

#### Caracteres de reproducción: Estacionalidad

La estacionalidad de la reproducción del ganado ovino provoca importantes fluctuaciones en el suministro de leche y carne a lo largo del año, mientras que la demanda es constante. Muchos estudios han permitido identificar los factores determinantes de las variaciones de actividad sexual en ovino. La variación de la duración del día a lo largo del año es el factor principal de la estacionalidad de la reproducción, pero otros factores son también determinantes y un control artificial de la estacionalidad es posible. Se utilizan tratamientos hormonales, desde hace 30 años, para minimizar el problema de la estacionalidad, lo que ha permitido facilitar de manera importante el manejo en las

**Cuadro 5.** Actividad ovárica espontánea de ovejas Merinos d'Arles medidas por lo menos 3 veces, en función de su genotipo al gen del receptor de la melatonina.

GENOTIPO EN MEL1A	NÚMERO DE OVEJAS	NÚMERO DE DATOS	AOE %
++	76	279	0,52
+-	89	338	0,46
--	30	118	0,41

ganaderías. Sin embargo, en pleno período de anestro, esos tratamientos permiten tener solamente un ciclo fértil para monta natural o inseminación artificial. Por otra parte, el uso de hormonas será probablemente reglamentado, o incluso prohibido, en el futuro. La variabilidad de la estacionalidad observada entre diferentes razas indica que hay factores genéticos también implicados.

Los parámetros genéticos de la fertilidad en primavera han sido estimados por varios autores, entre otros, Notter [Notter *et al.*, 2003] que inició una selección de una línea sintética. Sin embargo, el criterio de selección (partos de otoño) no permitía distinguir entre las hembras que presentaban actividad sexual antes del período de monta y las que respondían al efecto macho. Por lo tanto, la selección que operaba sobre los dos criterios dio resultados limitados, sobre todo para las corderas más sensibles al efecto de la estación sexual.

Estudios alternativos consideran la actividad ovárica espontánea en primavera, midiendo la tasa de progesterona en dos tomas de sangre, cogidas antes del período de monta y en ausencia total de los machos. Los parámetros genéticos de ese carácter, estimados en Merinos d'Arles, Latxa y Chios, son muy parecidos y muestran que la selección sobre ese carácter sería posible y eficaz. Unas líneas divergentes sobre la actividad ovárica espontánea (AOE) en primavera se están seleccionando, sobre una parte de un rebaño experimental, en Merinos d'Arles [Teyssier *et al.*, 2002].

Otros estudios alternativos se han referido a la melatonina, que es el mediador más directo del fotoperiodismo en el organismo. El uso de implantes está generalizado y, al igual que los tratamientos con luz, permite "engañar" a los animales sobre la



estación en la cual están. Los primeros estudios genéticos sobre la melatonina (hormona secretada únicamente durante la noche) han mostrado que su nivel de secreción es altamente repetible noche tras noche y que existe una variabilidad genética importante, pero no se pudo relacionar ese nivel de secreción con la estacionalidad de los animales. Los estudios de fisiología y genética molecular dieron entonces un nuevo impulso a esas investigaciones. Dos receptores específicos de la melatonina  $Mel_{1A}$  y  $Mel_{1B}$  fueron identificados y los correspondientes genes fueron secuenciados hace cerca de diez años. Desde entonces se han diseñado varios experimentos en Merinos, Ile de France, Latxa y OOS (línea sintética desarrollada por Notter) para estudiar la relación entre el polimorfismo del gen del receptor  $Mel_{1A}$  y la estacionalidad de las ovejas.

En el rebaño experimental de 900 ovejas Merinos d'Arles, varios resultados indican una fuerte asociación entre estacionalidad y una mutación del tipo SNP en el exon 2 del gen de  $Mel_{1A}$ . Primero, no se encontró el genotipo  $-/-$  en el grupo de hembras que presentó una actividad ovárica espontánea en primavera tres años seguidos, mientras existe en el resto del rebaño. Segundo, se observó una diferencia significativa de frecuencia genómica en los animales de las líneas divergentes (cuadro 4). Finalmente, los animales de esas líneas presentan una diferencia de AOE según



su genotipo en ese gen (cuadro 5). Otros resultados refuerzan la hipótesis de una implicación de ese gen en la variabilidad de la estacionalidad. Observaciones de las frecuencias de ese gen en distintas razas, muestran que la frecuencia del genotipo  $-/-$  cambia en función de su grado de estacionalidad y de la latitud donde se encuentran. Por otra parte, en las líneas de OOS seleccionadas sobre fertilidad de primavera, Notter [Notter *et al.*, 2003] encontró un ligero efecto significativo del polimorfismo de  $Mel_{1A}$  sobre la fertilidad de las ovejas adultas. Para las corderas que tienen una muy baja fertilidad en esa época, ese efecto no es significativo, pero eso podría ser debido, más que al criterio de selección, a una interacción con la respuesta al efecto macho. Finalmente,

observaciones en distintas razas chinas muestran también que el mismo genotipo  $-/-$  no ha sido detectado en la raza Small Tail Han conocida por no tener verdadera estación sexual.

Esos resultados independientes revelan claramente una asociación entre el polimorfismo del gen del receptor a la melatonina y la estacionalidad; sin embargo la naturaleza de esta asociación no queda muy clara. De hecho, en las razas Ile de France y Latxa, donde se observó la estacionalidad en familias de medias hermanas de padre, no se ha podido comprobar por análisis de ligamiento que exista una relación genética entre la estacionalidad y el polimorfismo de  $Mel_{1A}$ . Hasta ahora, con esos análisis intra-familias, no se ha podido mostrar ni siquiera que esa zona del genoma participa a la variabilidad de la estacionalidad. La discrepancia entre los resultados de análisis de ligamiento y la observación de una simple asociación demuestran la debilidad de esa última metodología para detectar genes mayores, y la necesidad de diseños específicos. Si en Estados Unidos se comercializa un kit para genotipar los animales y facilitar la selección sobre estacionalidad, en Francia las investigaciones están reorientadas hacia otros protocolos para detectar genes mayores de estacionalidad.



## CONCLUSIONES

Varios programas de investigación se dedican a buscar genes mayores que controlan la reproducción, sea para prolificidad, estacionalidad o incluso fertilidad. Pero hasta ahora, solamente se han descubierto genes que controlan la tasa de ovulación.

Cualquiera que sea el gen, su utilización en rebaños comerciales supone ciertas condiciones.

Para una raza donde el gen no existe, se puede pensar en introducirlo mediante cruzamiento, para beneficiarse de sus intere-



ses, guardando las características de la raza. Entre los genes presentados en este artículo, el gen Booroola, es el único que ha sido introducido en razas donde no existía antes, pero su difusión en esas razas no ha sido muy extensa, aunque el aumento de prolificidad que trae beneficia a los ganaderos. De hecho, los programas de introgression son lentos y difíciles de implementar. Están basados sobre cruzamientos en cada generación entre animales de la generación anterior detectados como portadores del gen y animales puros de la raza autóctona. La utilización de marcadores puede facilitar ese proceso, pero seguirán siendo programas costosos y lentos.

Para una raza donde se ha descubierto un gen mayor, su mantenimiento o erradicación depende principalmente de los factores siguientes:

- 1) El tipo de herencia del gen mayor. Eso va a influir sobre la selección de los reproductores y su utilización. Por ejemplo, es difícil imaginar una población que decide manejar un gen con una herencia tan compleja como la del gen Woodlands.
- 2) El efecto del gen de interés (o el coste) económico de los diferentes grupos de animales: los que no llevan el gen y los que llevan una o dos copias. Para ciertos genes de ovulación conocidos, los animales homocigotos son económicamente menos

rentables que los heterocigotos; ya que algunos son incluso estériles.

- 3) El coste del genotipado de los machos y de las hembras.
- 4) El coste de la organización de la población, de la gestión y del manejo del gen. Por ejemplo, limitar la procreación de homocigotos supone una gestión estricta de los apareamientos - tener 100% de hembras heterocigotas supone genotipar y seleccionar cuidadosamente las corderas de reposición.
- 5) La frecuencia del gen en la población. De hecho la situación es diferente si la frecuencia es muy baja o no. En el primer caso, la cuestión es saber si la difusión del gen permitirá mejorar la productividad de los rebaños y si es económicamente interesante, incluso a largo plazo. En el segundo caso, conviene analizar también la situación económica si se erradica el gen. En los dos casos, optimizar la gestión del gen no es trivial.

En una población en selección, donde se encuentra un gen mayor, ya se decida difundir, erradicar o incluso dejar que ese gen evolucione libremente, es necesario tomar en cuenta su existencia en el cálculo de los valores genéticos. Podemos necesitar conocer los animales que llevan el gen, o más simplemente tener estimaciones basadas únicamente sobre la descendencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARILLET F., ARRANZ J.J., AND CARTA A. 2005. Mapping quantitative trait loci for milk production and genetic polymorphisms of milk proteins in dairy sheep. *Genetics Selection Evolution*. 37: S109-S123.
- BODIN L. 2005. Special Issue - International Workshop on Major Genes and QTL in Sheep and Goats. 8-11 december 2003, Toulouse, France. *Genetics Selection Evolution*. 37(supp. 1): S1-S123.
- BODIN L., SAN CRISTOBAL M., LECERF F., MULSANT P., BIBE B., LAJOUS D., BELLOC J.P., EYCHENNE F., AMIGUES Y., AND ELSEN J.M. 2002. Segregation of a major gene influencing ovulation in progeny of Lacaune meat sheep. *Genetics Selection Evolution*. 34(4): 447-464.
- COCKETT N.E., SMIT M.A., BIDWELL C.A., SEGERS K., HADFIELD T.L., SNOWDER G.D., GEORGES M., AND CHARLIER C. 2005. The callipyge mutation and other genes that affect muscle hypertrophy in sheep. *Genetics Selection Evolution*. 37: S65-S81.
- DAVIS G.H. 2005. Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genetics Selection Evolution*. 37: S11-S23.
- DAVIS G.H., DODDS K.G., WHEELER R., AND JAY N.P. 2001. Evidence that an imprinted gene on the X chromosome increases ovulation rate in sheep. *Biology of Reproduction*. 64(1): 216-221.
- ELSEN J.M., BARILLET F., KHANG J.V.T., SCHELCHER F., AMIGUES Y., LAPLANCHE J.L., POIVEY J.P., AND EYCHENNE F. 1997. Genetics of susceptibility to scrapie in sheep: current research and prospect. *Productions Animales*. 10(2): 133-140.
- GALLOWAY S.M., MCNATTY K.P., CAMBRIDGE L.M., LAITINEN M.P.E., JUENGL J.L., JOKIRANTA T.S., MCLAREN R.J., LUIRO K., DODDS K.G., MONTGOMERY G.W., BEATTIE A.E., DAVIS G.H., AND RITVOS O. 2000. Mutations in an oocyte-derived growth factor gene [BMP15] cause increased ovulation rate and infertility in a dosage-sensitive manner. *Nature Genetics*. 25(3): 279-283.
- GEORGES M., CHARLIER C., AND COCKETT N. 2003. The callipyge locus: evidence for the trans interaction of reciprocally imprinted genes. *Trends in Genetics*. 19(5): 248-252.
- HANRAHAN J.P., GREGAN S.M., MULSANT P., MULLEN M., DAVIS G.H., POWELL R., AND GALLOWAY S.M. 2004. Mutations in the genes for oocyte-derived growth factors GDF9 and BMP15 are associated with both increased ovulation rate and sterility in Cambridge and Belclare sheep (Ovis aries). *Biology of Reproduction*. 70(4): 900-909.
- LE CERF F., MULSANT P., ELSEN J.M., AND BODIN L. 2002. Localisation and mapping of a major gene controlling ovulation rate in Lacaune sheep. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, 19-23 août 2002, Com.08-31*.
- MULSANT P., LECERF F., FABRE S., SCHIBLER L., MONGET P., LANNELUC I., PISSELET C., RIQUET J., MONNIAUX D., CALLEBAUT I., CRIBIU E., THIMONIER J., TEYSSIER J., BODIN L., COGNIE Y., CHITOUR N., AND ELSEN J.M. 2001. Mutation in bone morphogenetic protein receptor-1B is associated with increased ovulation rate in Booroola Merino ewes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 98(9): 5104-5109.
- NOTTER D.R., COCKETT N.E., AND HADFIELD T.S. 2003. Evaluation of melatonin receptor 1a as a candidate gene influencing reproduction in an autumn-lambing sheep flock. *Journal of Animal Science*. 81(4): 912-917.
- PURVIS I.W. AND FRANKLIN I.R. 2005. Major genes and QTL influencing wool production and quality: a review. *Genetics Selection Evolution*. 37: S97-S107.
- TEYSSIER J., CANEPA S., CHEMINEAU P., MALPAUX B., MIGAUD M., AND BODIN L. 2002. Preliminary results on selection lines for spontaneous spring ovulatory activity in Merinos d'Arles sheep. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, 19-23 août 2002, Com.08-14, 685-688*.
- WALLING G.A., BISHOP S.C., PONG-WONG R., GITTUS G., RUSSEL A.J.F., AND RHIND S.M. 2002. Detection of a major gene for litter size in Thoka Cheviot sheep using Bayesian segregation analyses. *Animal Science*. 75: 339-347.
- WILSON T., WU X.Y., JUENGL J.L., ROSS I.K., LUMSDEN J.M., LORD E.A., DODDS K.G., WALLING G.A., MCEWAN J.C., O'CONNELL A.R., MCNATTY K.P., AND MONTGOMERY G.W. 2001. Highly prolific Booroola sheep have a mutation in the intracellular kinase domain of bone morphogenetic protein 1B receptor [ALK-6] that is expressed in both oocytes and granulosa cells. *Biology of Reproduction*. 64(4): 1225-1235.



# Asociación de criadores da raza Ovella Galega (Asovega)

pR 7, núm. 3: 46-47 (2006)

S. ADÁN

Secretaria Ejecutiva

Pazo de Fontefiz · Coles · 32152 · Ourense

Tfno. 988205488 · Fax 988205489 · e-mail: asovega@asovega.com

**ASOVEGA** nace en junio del año 2000 con el fin de luchar por la conservación, recuperación y fomento de la raza Ovella Galega, agrupando a los ganaderos que poseían ejemplares de la raza y que estaban dispuestos a trabajar con ellos para llevar a la raza al lugar que se merecía como patrimonio genético, social, cultural, ambiental y económico de Galicia.

En octubre de ese mismo año se publica, en el Diario Oficial de Galicia, la Orden del 27 de septiembre de 2000 por la que se establece la reglamentación específica del Libro Genealógico de la raza ovina gallega. Desde ese momento ASOVEGA cuenta con el reconocimiento oficial, por parte de la Xunta de Galicia, como asociación colaboradora en el Programa de Recuperación de la Ovella Galega y en la gestión de su Libro Genealógico.

La raza Ovella Galega está incluida en el Catálogo Oficial de razas de ganado de España, dentro de las razas autóctonas de protección especial. Esta raza agrupa animales de pequeño tamaño, proporciones equilibradas, enlanados y de color blanco o negro, dedicados a la producción de carne. Sus caracteres morfológicos más identificativos son: perfil fronto-nasal recto, cara alargada y estrecha, presencia de moña, extremidades muy finas y rabo muy largo.

Esta raza resulta idónea para explotaciones en régimen extensivo, ya que su rusticidad le confiere una perfecta adaptación al medio, siendo verdaderas especialistas en aprovechar los recursos naturales de esta comunidad, resultando suficientes para desarrollar todo su potencial genético.

Además posee unas importantes cualidades productivas, debidas a su alta fecundidad y prolificidad, ya que lo normal son





partos dobles y, muy frecuentes, los múltiples. Estas características, añadidas a su excelente instinto maternal y a su alta

producción lechera, hacen que las hembras logren sacar adelante los corderos, prácticamente sin apoyo externo del

ganadero. A todo esto, hay que añadirle la gran facilidad de parto que poseen, su alta rusticidad y la gran resistencia a las enfermedades.

Dado el reducido número de animales que habían quedado de la raza en Galicia, ASOVEGA pone en marcha un Programa de cría en el año 2001, el cual es llevado a cabo en las explotaciones de sus socios, con el fin de frenar el drástico descenso de ejemplares que se estaba produciendo en la población de Ovella Galega.

Este Programa de cría ha sufrido modificaciones desde entonces, sobre todo debido al establecimiento del Programa de selección genética para la resistencia a las encefalopatías espongiiformes transmisibles en ovino. En el año 2004 se inicia un Proyecto de investigación del genotipo de la proteína prión en la raza Ovella Galega, estudiándose el genotipo de la totalidad de los individuos inscritos en el Libro Genealógico. Este proyecto culmina este año con la elaboración del Programa de selección genética para la resistencia a las encefalopatías espongiiformes transmisibles en la raza Ovella Galega, por parte de ASOVEGA.

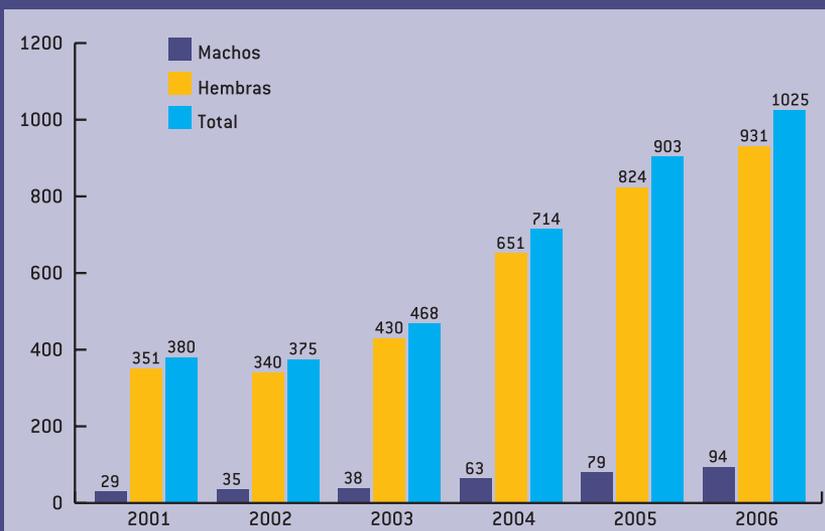
Para mostrar la evolución de la raza y la eficacia del Programa de cría a lo largo de estos años, presentamos dos gráficas donde se refleja el número de ganaderías y ejemplares existentes en Galicia.

Por último resaltar que, en la actualidad, está en proyecto la creación de un rebaño fundacional y un banco de germoplasma de la Ovella Galega en colaboración con el Centro de Recursos Zoogenéticos de Galicia, perteneciente a la Consellería do Medio Rural de la Xunta de Galicia.

Evolución nº ganaderías



Evolución reproductores





## Farcovet lanza Udderlim-10, baño de pezones filmógeno activo, para vacas, ovejas y cabras

Udderlim-10, nuevo producto Farcovet de higiene de la ubre para el ganado de producción lechera, es un baño de pezones filmógeno, con base yodófora; crea una película-barrera que proporciona protección física y activa frente a los gérmenes implicados en las mamitis.

Udderlim-10 combina las excelentes cualidades antisépticas del yodo con un vehículo tensioactivo y filmógeno, formando una lámina flexible sobre el esfínter y la piel del pezón que los protege activamente durante el periodo entre ordeños. Además, su fórmula incorpora sustancias emolientes cuya acción hidratante favorece el mantenimiento del buen estado e integridad de la piel, reduciendo el riesgo de aparición de grietas, cortes, durezas, etc.

Udderlim-10 está formulado y fabricado por Evans Vanodine International plc., firma de reconocido prestigio internacional, y sale al mercado en garrafas de 10 y 25 L. listo para su uso.

En tres meses, Farco ha ampliado con tres nuevas referencias su vademecum en el apartado de Calidad de Leche que en la actualidad comprende Pezolim x4, Farcoclox VS, Ilovet-Secado, Farcodhipen Mastitis y CMT Detector.



### Para más información:

Farco Veterinaria, S.A. / FARCOVET

[www.farcovet.com](http://www.farcovet.com)

Tel.: 902 22 33 11

[dtecnico@farcovet.com](mailto:dtecnico@farcovet.com)

## Guía CEVAC de inmunología en ganado ovino. Segunda parte.

Con el compromiso de Ceva Salud Animal con los pequeños rumiantes y el patrocinio de Cevac® *Costridium* ovino y Cevac® *Chlamydophila*, puedes completar la primera Guía de inmunología específica del ganado ovino: Guía CEVAC®. Su sentido práctico permite ser un referente para el desarrollo de la inmunología en el día a día del trabajo en el campo. Si quieres completar la Guía CEVAC® o si todavía no tienes ni la primera parte, puedes conseguirlo enviado exclusivamente un e-mail a la dirección [ceva.salud-animal@ceva.com](mailto:ceva.salud-animal@ceva.com) con tus datos personales.

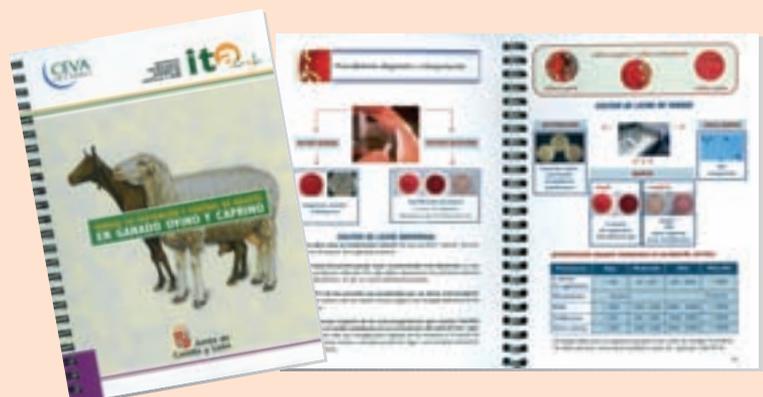


## Programa de control de mamitis en pequeños rumiantes. JORNADAS TÉCNICAS CEVA SALUD ANIMAL

La producción de leche de los pequeños rumiantes exige una calidad que pasa por el control de los procesos mamíticos. Así, dada su importancia y la especial implicación de Ceva Salud Animal en este campo, se vienen organizando con el patrocinio de Cloxatar ovino-caprino, [cánula de secado intramamaria de amplio espectro Gram+ (cloxacilina) y Gram- (neomicina) con presentación individual por mama] diversas Jornadas Técnicas con prácti-

cas en sala de ordeño y charlas formativas para Veterinarios y sus ganaderos. Hasta ahora se han realizado varias, destacando la participación del grupo Veterinario COTEVE y sus ganaderos [Calamocho –Teruel-], ADSG Baterno [Badajoz] y Coop. Nuestra Señora de los Remedios [Olvera, Cádiz]. En estas

Jornadas se desarrollan todos y cada uno de los aspectos indicados en el Manual de prevención y control de mamitis en pequeños rumiantes editado recientemente. Si crees que estas Jornadas o el citado Manual pueden ser de tu interés solicítalos a través del e-mail: [ceva.salud-animal@ceva.com](mailto:ceva.salud-animal@ceva.com).



# Normas de publicación de trabajos en la revista Pequeños Rumiantes

*Pequeños Rumiantes es una revista editada por la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC) cuyos principales objetivos son constituir un medio de difusión de la información sobre SEOC, servir de vía de comunicación para las noticias relacionadas con el sector y ser una publicación de referencia para la actualización de conocimientos para los técnicos que trabajan con ganado ovino y caprino. La información difundida por Pequeños Rumiantes abarca todos los temas concernientes a las especies ovina y caprina y sus producciones: patología, economía y producción, nutrición, terapias, producción de leche, calidad de carne, etc.*

## Modalidades y longitud de los originales

### 1 Artículos de revisión originales

No deberán sobrepasar las 2.500 palabras. Se admitirán para su publicación traducciones de artículos que vengan acompañados del correspondiente permiso del autor y de la revista donde haya sido publicado en su idioma original. El número de referencias bibliográficas en los artículos de revisión está limitado a 40 líneas.



### 2 Artículos originales

Comunicaciones o aspectos inéditos de una investigación. No sobrepasarán las 2.500 palabras y el texto deberá estar organizado según el siguiente esquema:

- Título y datos de los autores.
- Sumario o resumen.
- Resumen en inglés.
- Introducción.
- Material y métodos.
- Resultados.

- Discusión (se admitirá que los apartados de resultados y discusión formen un solo capítulo).

- Conclusiones.

- Agradecimientos.

- Bibliografía: hasta un máximo de 30 referencias.

### 3 Comunicaciones cortas

De una extensión máxima de 700 palabras, presentan esencialmente los resultados de ensayos experimentales o de validación sobre el terreno de protocolos de investigación.

### 4 Casos clínicos

Su extensión máxima es de 700 palabras con el resumen de diagnóstico y las imágenes para facilitar su comprensión.

### 5 Correo del lector

Las cartas deberán tener un máximo de 400 palabras.

### 6 Noticias

Las empresas e instituciones podrán enviar a la revista comunicados de interés informativo para el sector. La extensión recomendada es de 150 palabras.

### 7 Novedades comerciales

Las empresas e instituciones podrán remitir un escrito de 150 palabras como máximo describiendo sus nuevos productos para ovino y caprino.

### 8 Agenda

En esta sección se publican la notificación de cursos, congresos, encuentros y reuniones relacionadas con el mundo del ovino y del caprino. Su extensión variará en función de la extensión del programa.

### 9 Traducciones y sumarios

Resúmenes de artículos científicos de interés para el lector.

## Ilustraciones, tablas y gráficos



Se recomienda incorporar 3-4 fotografías y un máximo de 2 tablas o gráficos para completar el artículo.

Las comunicaciones cortas podrán acompañarse de una fotografía y un máximo de dos tablas o gráficos.

Las ilustraciones y los gráficos deben estar numerados y referenciados en el texto. Todo el material será devuelto a los autores tras la publicación.

## Presentación del trabajo

El texto se enviará como archivo informático (Word o Quark-X-Press) adjuntando los archivos correspondientes a tablas y gráficos. En los artículos debe-



rán separarse claramente los siguientes apartados:

- Título del trabajo.
- Datos del autor o autores: nombre y apellidos, cargos profesionales, dirección, teléfono, fax y correo electrónico.
- Cuerpo de texto con los apartados correspondientes bien identificados: sumario o resumen, resumen de inglés, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones, agradecimientos y bibliografía: hasta un máximo de 30 referencias.
- Leyenda de las fotografías.
- Cuadros y gráficos numerados.

Las imágenes pueden enviarse grabadas en un disco en formato TIFF, EPS o JPEG. Deben haber sido digitalizadas a una resolución mínima de 300 ppp. Y al tamaño que han de tener en la revista.

Existe la posibilidad de enviar el trabajo por correo electrónico a la dirección que se adjunta en el epígrafe: “recepción de originales”.

Las imágenes enviadas por e-mail deben comprimirse en formato JPEG.

A la recepción, cada trabajo o comunicado será evaluado por el Comité de Redacción.

Los trabajos de revisión y artículos científicos podrán ser enviados a asesores expertos para contrastar sus opiniones. La redacción se reserva el derecho de aceptar o rechazar un artículo o comunicado así como pedir al autor precisiones o modificaciones para garantizar al máximo la calidad de la información publicada. Tras realizar las rectificaciones la editorial sólo corregirá errores de composición.

La programación de la fecha de aparición del material es responsabilidad de la editorial.

### Recepción de los originales

Los autores que deseen participar con sus trabajos en la revista podrán remitir los originales por correo electrónico a la siguiente dirección: [alf@unizar.es](mailto:alf@unizar.es)

### Referencias bibliográficas

Pequeños Rumiantes aconseja la norma general ISO 690 para las referencias bibliográficas.

De acuerdo con esta norma, las referencias de un libro se disponen del siguiente modo (el tratamiento tipográfico corres-

ponde en todos los casos al que ha de emplearse en cada referencia):

APELLIDOS, N. (del autor o autores. Está admitido colocar el nombre completo o sólo la inicial). *Título: subtítulo*. N° ed. Ciudad de publicación [s.l. sin lugar, si no se cita en el libro]: Editorial, año [s.f. sin fecha, si no se conoce]. N° de páginas o n° de volumen si se trata de varios volúmenes.

Los artículos en publicaciones periódicas se hacen de acuerdo al siguiente modelo: APELLIDOS, N. Título del artículo. *Título de la publicación*, Volumen y n° de fascículo, mes y año, n° de páginas.

Las referencias a las tesis doctorales se ajustan la siguiente modelo: APELLIDOS, Nombre. *Título de la tesis*. Tesis doctoral no publicada. Universidad, Facultad, Ciudad, Año, N° de páginas. Notas.

Y para las actas de congresos y reuniones: APELLIDOS, N. Título de la contribución o ponencia. En Entidad Editora o patrocinadora [o responsable de la edición]. Congreso, Ciudad, año.



1er premio del Primer Concurso Fotográfico SEOC, Inmaculada Palacín Arizón



**80.000.000 DE OVEJAS**

**VACUNADAS EN ESPAÑA, SON NUESTRA MEJOR GARANTÍA**

**IPRA S7  
TOXIPRA PLUS**



**TOXIPRA S7 - TOXIPRA PLUS**

**LAS VACUNAS ANTICLOSTRIDIALES DE CONFIANZA**

[www.hipra.com](http://www.hipra.com)

TOXIPRA S7 y TOXIPRA PLUS son marcas registradas de HIPRA. Toda información sobre estos productos puede obtenerse en el sitio web [www.hipra.com](http://www.hipra.com).  
HIPRA es una empresa líder en el desarrollo y fabricación de vacunas para el ganado. Sus productos son reconocidos por su alta calidad y eficacia. HIPRA también ofrece servicios de asesoramiento técnico a sus clientes.  
© 2010 HIPRA. Todos los derechos reservados.

