

Resultados aplicables de algunos de los Proyectos de Investigación desarrollados en el Área de Sistemas de Producción Animal

KOLDO OSORO OTADUY. Área de Sistemas de Producción Animal. kosoro@serida.org

A continuación presentamos algunos de los resultados obtenidos en proyectos relacionados con la gestión territorial, el manejo y la sanidad animal y el estudio de los genotipos; dejamos para otra ocasión los resultados de las otras líneas.

I. Gestión del Territorio, Producción Animal y Dinámica Vegetal

K. Osoro; B. M. Jáuregui; U. García; R. Celaya

Durante estos últimos años se ha estudiado el potencial de producción ganadera de los brezales-tojales para las diferentes especies de herbívoros, fundamentalmente del ovino y del caprino, comparando razas (cachemir y bermeya) en el caso de la especie caprina, así como el impacto del manejo ganadero sobre la dinámica del brezal-tojal natural o tras la quema. También, se ha tratado de validar la técnica de los *n*-alcanos como metodología para estimar la composición de la dieta de los herbívoros domésticos. Todos estos aspectos han sido abordados en dos proyectos de investigación, uno financiado por la Unión Europea QLK5-CT-2001-30130 “*Integrating foraging attributes of domestic livestock breeds into sustainable systems for grassland biodiversity and wider countryside benefits*” y otro financiado por el Plan Nacional CICYT-AGL-2003-05342 “*Estudio de*

estrategias de manejo en pastoreo del brezal-tojal para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción animal e incrementar la biodiversidad”.

En el brezal-tojal quemado se observa que tras la quema hay un predominio casi total de tojo (*Ulex galli*) asentado sobre suelos muy pobres, muy ácidos y poco profundos, con escasa presencia y producción de las especies herbáceas, fundamentalmente *Pseudarrhenatherum longifolium* y *Agrostis curtisi*, de muy bajo potencial de producción y valor nutritivo.

La evolución de dicha cobertura vegetal a lo largo de los años difiere significativamente entre las parcelas aprovechadas por caprino y las manejadas con ovino. En éstas se produce una acumulación progresiva de biomasa, fundamentalmente de tojo, mientras que en las aprovechadas por caprino la acumulación es significativamente menor, teniendo un considerable porcentaje de vegetación herbácea aunque, como hemos mencionado, de muy escaso valor nutritivo (ver Memoria Doctoral de Berta

→
Diferencias en la
vegetación del brezal-tojal
en función del manejo
por ovino o caprino en
pastoreo continuo o
secuencial.



Martínez Jáuregui y Jáuregui *et al.*, 2007a).

Estas diferencias en la dinámica vegetal, resultantes de las diferentes apetencias y conductas de pastoreo del ovino y del caprino, son de un valor esencial para el desarrollo de planes de gestión ganadera o silvopastorales de zonas desfavoradas ocupadas por el brezal-tojal, que en muchas ocasiones son pasto de los incendios.

En los brezales-tojales no quemados, con notable presencia de *Erica arborea* y *Erica australis*, se ha observado un comportamiento más ramoneador de la cabra autóctona frente a la cabra cachemir, lo que reduce rápidamente la biomasa verde de las matas de *Erica arborea* y *Erica australis*, mientras que las cabras de cachemir, de menor alzada y tamaño que las autóctonas, ingieren mayor porcentaje de brezos de porte medio (*Erica umbelata*, *Erica cinerea* y *Calluna vulgaris*) y vegetación herbácea. No obstante, la carga repercute sobre la dinámica vegetal; de hecho, las cabras de cachemir, manejadas de mayo a octubre, con una carga de 6-7 reproductoras sin cría por hectárea, apenas modificaron la biomasa y la cobertura vegetal (Ver Memoria SERIDA 2005).

Por lo que se refiere a la biodiversidad animal, los saltamontes, considerados

como buenos indicadores de ésta, incrementaron su presencia en aquellas condiciones en las que más se modificó la cobertura y se redujo la biomasa (Jáuregui *et al.*, 2007b). Sin embargo, las mariposas, consideradas también buenas indicadoras de biodiversidad, parecen tener la mayor presencia en las parcelas en las que menos se modifica la cubierta, donde se mantiene una buena proporción de *E. australis* y *E. arborea*. No obstante, debido a la mayor movilidad de las mariposas, no resulta fácil determinar su relación con las condiciones vegetales de la parcela. Si bien los resultados hasta ahora presentados son de gran interés social, debido a la repercusión medioambiental y económica para el medio rural, la producción primaria es la que sirve de referencia a los ganaderos para valorar el interés económico de dichos sistemas en estos medios tan desfavorables.

Producción Animal

En las condiciones estudiadas en estos territorios desfavorables, las variaciones de peso de los pequeños rumiantes, para la estación de mayo-octubre, resultan negativas, con una carga de 10 reproductoras sin cría por hectárea, aunque de mayo a julio suelen ser positivas, tanto para las ovejas como para las cabras. La evolución puede diferir en función de los componentes de la cubierta

vegetal, que también depende, en buena parte, de la riqueza del suelo.

Las cabras de cachemir, independientemente de la carga, alta (14 cabras/ha) o baja (7 cabras/ha), fueron capaces de mantener su peso y condición en el conjunto de las cuatro estaciones de pastoreo (mayo-octubre) de 2002 a 2005, aunque en la segunda mitad (agosto-octubre) perdieran peso (Osoro *et al.*, 2007a). Sin embargo, en las cabras autóctonas las pérdidas de peso fueron incrementándose del primer año al último a diferencia de las cabras cachemir. Esta interacción tamaño x vegetación disponible resulta significativa, lo que responde a las diferencias en la conducta de pastoreo y a los requerimientos nutritivos absolutos derivados del tamaño del animal. En los brezales-tojales quemados, diferenciados en su dinámica vegetal como consecuencia del manejo de ovino o caprino, se han observado dinámicas diferentes en las variaciones de peso de las ovejas y las cabras conforme la cobertura vegetal varía como resultado de la conducta de pastoreo. No obstante, en cualquiera de las circunstancias de vegetación resultante, las variaciones de peso no son favorables más que en los dos primeros meses de pastoreo, mientras puedan aprovechar el nuevo rebrote de tojo o el pasto de escasa calidad nutritiva que crece en estas condiciones de suelo.

Se podría plantear la siembra en superficie de semilla de especies herbáceas acumulada en los heniles con ligera fertilización fosfórica y encalado, tras la quema o una vez reducida la biomasa de matorral mediante pastoreo intenso pero corto. Ello contribuiría al incremento de la biodiversidad y a la mejor respuesta productiva de los animales, pudiendo prolongar el periodo de pastoreo de estas cubiertas vegetales marginales y crear cortafuegos naturales.

Como resultado de los estudios previos, se plantea la necesidad de establecer zonas con pasto mejorado, mediante fertilización y siembra de especies de mayor potencial de crecimiento y calidad nutritiva, para tratar de lograr la sostenibilidad de los sistemas de producción animal.

Desarrollo de sistemas sostenibles de producción animal en el brezal-tojal

En una parcela de brezal-tojal de 22 ha de superficie se mejoraron 5 ha mediante roturación, fertilización y siembra de raigrás y trébol. En esta parcela se han manejado en pastoreo mixto, ovino, caprino, vacuno y caballar. Estas condiciones se producen en grandes extensiones de superficie, especialmente en el occidente de Asturias, donde se podrían poner en práctica estas opciones de



Rebaño multiespecífico aprovechando un brezal-tojal con zonas mejoradas de pasto de raigrás y trébol.

aprovechamiento del territorio, dimensionadas a las condiciones del medio.

Se ha observado que el ganado ovino es la especie más productiva en kg. carne/hectárea, seguida del vacuno y del caballo y la menos el caprino (Osoro *et al.*, 2005a,b). No obstante, es preciso aclarar algunos aspectos que pueden influir sobre las decisiones del tipo de rebaño y manejo. El ganado vacuno y el caballo presentan gran competencia por la vegetación herbácea, dedicando el caballo mayor tiempo al pastoreo e ingiriendo una cantidad de pasto muy superior a la del vacuno. La competencia también se establece con el ovino, ya que las ovejas dedican una buena parte de su tiempo de pastoreo a la zona con pasto mejorado. Por lo tanto, el grado de complementariedad entre estas especies es muy limitado cuando son manejadas en pastoreo mixto, la práctica habitual, a diferencia del caprino que dedica más de la mitad del tiempo de pastoreo a la zona de vegetación natural o matorral. El grado de complementariedad entre especies es un aspecto esencial, porque de éste depende la eficiencia de utilización de los recursos vegetales y la productividad del sistema.

↓
Parcelas de brezal-tojal con un 33% de superficie de pasto sembrado, aprovechadas por rebaños monoespecíficos de ovino o vacuno o pastoreo mixto con caprino.

El siguiente paso consiste en estudiar las respuestas al manejo de rebaños monoespecíficos de ovino o vacuno, o en pastoreo mixto con caprino, con el objeto de valorar los efectos sobre la dinámica vegetal de estos brezales-tojales parcialmente mejorados, en función del tipo de rebaño que los aprovecha. En la foto se pueden observar claramente las diferencias generadas por el tipo de rebaño en la zona no mejorada, ocupada por vegetación natural. Así, la cantidad de fitomasa acumulada en el periodo 2002-2006 en la zona no mejorada de las parcelas pastadas por vacuno en pastoreo monoespecífico fue de más de 30 Tn MS/ha (parcela de la derecha), mientras que en pastoreo mixto con caprino, dicha acumulación se redujo a 20 Tn MS/ha. En el caso del ovino la presencia del caprino tuvo mucho menor efecto en la reducción de la fitomasa, sólo de 2 Tn MS/ha. No obstante, las acumulaciones eran en cualquier caso claramente inferiores a las casi 40Tn Ms/ha a que se llegaba en ausencia de pastoreo.

La evolución de la altura media del tojo fue también significativamente diferente entre las parcelas en función del tipo de rebaño, así en las parcelas de vacuno alcanzó una altura media de casi 25 cm, después de 4 años de pastoreo, mientras que en las de ovino-caprino fue la mitad. La proporción de herbáceas en la biomasa se incrementó considerablemente con la presencia del caprino en el rebaño, siendo los porcentajes más elevados en las parcelas de ovino y caprino.

Estos resultados corroboran y complementan los obtenidos en el periodo 1993-1996, manejando rebaños de ovino o caprino en pastoreo monoespecífico o mixto (Ver Memoria SERIDA 1996). De esta información, nuevamente, se desprende que los rebaños mixtos de pequeños rumiantes son los más indicados, tanto desde el punto de vista del manejo sostenible de la vegetación y su biodiversidad como desde la producción primaria, si bien en momentos de máxima disponibilidad vegetal, como en primavera, los rendimientos de vacuno pueden resultar interesantes.



Por otra parte, es preciso considerar el periodo de falta de alimento para el mantenimiento de los animales en cada especie; dicho periodo, en las condiciones marginales de montaña, es considerablemente más largo para el vacuno que para los pequeños rumiantes, aspecto que va a incidir en los costes de alimentación, siendo más largo para aquellas especies que demandan mayor cantidad de alimento. Se ha observado que el ovino es capaz de mantener su peso y condición a lo largo de todo el año, el caprino en general también, aunque puede sufrir algún periodo de balance negativo en el otoño.

Por último, sería conveniente considerar el precio de mercado de las diferentes producciones, siendo el orden de mayor a menor: el caprino, el ovino, el vacuno y el caballo; si se le asigna una base de 100 para el caprino, obtenemos 60 para el ovino, 50/60 para el vacuno y 25/30 para el caballo. Por lo tanto, en las condiciones de la Cordillera Cantábrica existen diferencias significativas que pueden afectar de forma considerable al resultado económico final del tipo de rebaño manejado.

No obstante, es preciso considerar la gran limitación que tiene el desarrollo de los sistemas de producción con pequeños rumiantes por la protección de los depredadores, como los lobos y zorros, fundamentalmente. Estos últimos atacan en la primera fase de vida de la cría, por lo que la paridera en condiciones de extensivo supone un verdadero riesgo de bajas y debe ser controlada.

II. Manejo y Sanidad animal

K. Osoro; U. García; A. Martínez; I. Ferre; L. M. Ortega

Durante los años 80 y 90 se realizaron transformaciones de montes ocupados por matorral a pastos productivos dominados por raigrás y trébol. En estas actuaciones, por lo general, se procedió a cercar la superficie mejorada dejando el resto fuera. Los resultados, en lo referente a la conducta de pastoreo y producción animal, apuntan a que el ovino y en

especial el caprino, pastan las zonas de vegetación natural a pesar de disponer de pasto mejorado (Celaya *et al.* 2007). La mayor diversidad de la oferta les permite seleccionar, en función de sus necesidades de fibra y minerales, compuestos secundarios, además de energía y proteína. Nuestros trabajos más recientes (Osoro *et al.*, 2007b, c) apuntan claramente en el sentido de que la disponibilidad de brezo reduce considerablemente las cargas parasitarias de las cabras, si se compara con los casos con los que no existe dicha disponibilidad. Por otra parte, el contenido moderado en taninos del brezo parece favorecer la eficiencia de utilización de la proteína ingerida, lo que repercute positivamente en las variaciones de peso de los animales. No obstante, éste es un aspecto en el que se está profundizando y por lo tanto lo trataremos en una próxima ocasión.

Puesta en práctica de los conocimientos

Existen grandes extensiones de brezal-tojal, en especial en el suroccidente de Asturias, donde se podrían desarrollar iniciativas de aprovechamiento y gestión silvopastoral de superficies que actualmente no suponen más que un problema o riesgo medioambiental dada la frecuencia de incendios en estas áreas. Una gestión adecuada podría generar considerables beneficios directos en los habitantes de estos territorios marginales, derivados de la mejora de la producción primaria y un beneficio ambiental y social difícilmente calculable, dadas las repercusiones positivas en múltiples direcciones.

III. Producción y calidad de la carne de las razas asturianas de vacuno según genotipo

III. A. La grasa de la carne: perspectiva general

N. Aldai; K. Osoro

Desde la década de los 90 y hasta la fecha, la Política Agraria Comunitaria (PAC) ha llevado a cabo diversas reformas. Algunas de ellas han afectado directamente a los sistemas de producción,

tanto de vacuno de leche como de carne. Posiblemente, la eliminación de ciertas ayudas al cebo de terneros dará lugar a cambios importantes en los sistemas de producción del vacuno de carne de la Unión Europea.

Por otra parte, el consumidor es cada vez más consciente de la importancia de la calidad y seguridad alimentaria, como consecuencia de las recientes crisis alimentarias y más concretamente las relacionadas con la carne de vacuno, como por ejemplo la encefalopatía espongiforme bovina (*bovine spongiform encephalopathy*, BSE) o la fiebre aftosa (*foot and mouth disease*, FMD). Actualmente, no se demanda únicamente una garantía de calidad nutritiva, higiénica y/o sanitaria, sino también la certificación de origen y el modelo de producción seguido (bienestar animal, prácticas veterinarias empleadas, etc.). Esta demanda, por parte de un consumidor más sensibilizado, junto con la implantación de una política de calidad, han dado lugar a diversas Marcas de Calidad (basadas en la norma Europea ISO 45.000), IGP (Indicación Geográfica Protegida) y DOP (Denominación de Origen Protegida) (Boletín Oficial de la Comunidad Europea 2081/92). La mayoría de la marcas de calidad de carne de vacuno engloban razas nativas o locales adaptadas al aprovechamiento de los recursos naturales de la zona. No obstante, después del destete, los terneros destinados a la producción de carne pueden recibir una alimentación con pienso concentrado a libre disposición.

Una vez sacrificado el animal, la clasificación de las canales se lleva a cabo de acuerdo con la Escala Comunitaria para la Clasificación de Canales Bovinos Pesados (Boletín Oficial de la Comunidad Europea, 1981a,b, 1991a,b), que está basada en la conformación y nivel de engrasamiento. Normalmente, suele ser una evaluación comercial la que determina el valor económico de la carne de vacuno. Existen diferencias importantes entre las distintas razas, genotipos y sus cruces en las características de la canal (i.e. conformación) y su composición (i.e. músculo, grasa, hueso) lo cual puede dar lugar a diferentes percepciones sensoriales.

Además, muchas veces, el precio de la carne en el mercado (estrechamente relacionado con la conformación de la canal) no suele estar positivamente relacionado con la calidad sensorial de ésta (Osoro *et al.*, 2003).

En el Área de Sistemas de Producción Animal, se han llevado a cabo diversos estudios sobre la composición química de la carne, su calidad sensorial y los sistemas de producción. Así, por ejemplo, los trabajos se han dirigido a comparar aquellas propiedades beneficiosas de unos productos frente a otros, que pueden jugar un papel fundamental en la salud humana. En este sentido, está reconocido que la dieta y los hábitos alimentarios influyen significativamente sobre la salud, siendo la grasa uno de los componentes más polémicos del alimento. Tanto en la carne como en los productos cárnicos, se han destinado importantes recursos económicos a los estudios sobre la cantidad y la calidad de la grasa (principalmente composición de ácidos grasos), especialmente de aquellos ácidos grasos beneficiosos, como los poliinsaturados de tipo omega-3 o los ácidos linoleicos conjugados, más comúnmente conocidos como CLAs (*conjugated linoleic acids*).

No obstante, el estudio detallado de los sistemas de producción de carne de vacuno y su relación con la calidad de la carne supone un gran desafío por la complejidad de la metodología analítica y la dificultad de controlar adecuadamente los distintos factores relacionados con la producción animal. Por una parte, en cuanto a la metodología analítica para la determinación de los ácidos grasos en la carne, conviene señalar que no existe un único método que permita el análisis conjunto de todos los ácidos grasos (mayoritarios y minoritarios). Y, por otra parte, en cuanto a la producción, son diversos los factores y parámetros que afectan tanto a la cantidad como a la composición de la grasa. Por un lado, hay que destacar el factor biológico o animal (raza y/o genotipo, sexo, etc.) y por otro, los factores relacionados con el manejo. Éstos, se puede subdividir, a su vez, en factores relacionados con el sistema de producción (producto), como la alimentación, edad y/o peso vivo al sacrificio, castración, etc., y



en aquéllos vinculados al manejo de la carne (procesos), como la temperatura, el tiempo de maduración, el envasado, el cocinado, el almacenado, etc.

La raza (y/o el genotipo) es uno de los factores biológicos determinantes de la cantidad y calidad (composición) de la grasa del animal. En Asturias coexisten dos razas de carne, por un lado, la "Asturiana de la Montaña" (AM), caracterizada por su formato pequeño-medio y bien adaptada a las zonas de montaña más desfavorecidas y, por otro, la "Asturiana de los Valles" (AV), bien adaptada a la producción extensiva y caracterizada por la presencia del gen causante de la hipertrofia muscular (*muscular hypertrophy, mh*) (Grobet *et al.*, 1997). Dentro de la raza AV podemos encontrar distintos genotipos según la presencia del gen de la hipertrofia muscular: animales homocigotos culones (AV *mh/mh*), animales heterocigotos (AV *mh/+*) y animales homocigotos normales (AV *+/+*). Estas dos razas y los tres genotipos se pueden agrupar en cuatro tipos biológicos (AV *mh/mh*, AV *mh/+*, AV *+/+* y AM), que junto con sus cruces, forman parte de la Indicación Geográfica protegida "Terñera Asturiana".

Las características productivas y de manejo de los distintos genotipos de la raza AV, dependiendo de la presencia o ausencia del gen *mh*, son objeto de intensos debates entre los productores de los sistemas intensivo y extensivo y también

entre los investigadores. Años atrás, en 1995, antes de que se identificara el gen causante de la hipertrofia muscular, se llevó a cabo una revisión sobre el efecto de los distintos fenotipos de vacuno en la respuesta productiva (fisiología, reproducción, crecimiento y manejo, características de la canal, calidad de la carne) (Arthur, 1995). En los últimos años, se han publicado diversos trabajos de investigación donde se han estudiado las características de la canal y las de la carne en animales culones de la raza AV (Oliván *et al.*, 2004) y de la raza Azul Belga (Uytterhaegen *et al.*, 1994; Fiems *et al.*, 1998). Sin embargo, se desconocen muchas características de los animales homocigotos normales (AV *+/+*) por la gran dificultad de disponer de un número suficiente de animales, ya que, actualmente los genotipos AV *mh/mh* y AV *mh/+* son los mejor valorados, a nivel de la conformación de la canal, por parte de los productores y fundamentalmente por los carniceros. No obstante, hoy en día, debido a la posibilidad de genotipar los animales, es posible llevar a cabo una investigación más rigurosa, en la que se puede comparar no sólo fenotipos sino también genotipos.

III. B. Perfil de ácidos grasos

N. Aldai; A. Martínez; K. Osoro

Durante estos últimos años se ha estudiado el potencial genético de crecimiento y la eficiencia de transformación del ali-



Cebo de terneros en pastoreo mixto con caprino en zonas bajas y favorables.



mento en carne, los cuales condicionan la rentabilidad del proceso productivo en terneros de cebo intensivo postdestete con concentrado a libre disposición. Además de parámetros de producción animal, se han estudiado las características de la canal y la calidad de la carne procedente de dichos animales, donde se ha profundizado en la calidad de la grasa (perfil de ácidos grasos) tanto de la carne como de los distintos depósitos adiposos de interés (intermuscular y subcutáneo). Todos estos aspectos han sido abordados en dos proyectos de investigación, uno financiado por el Plan Sectorial INIA SC00-014 *"Comportamiento productivo de las razas autóctonas asturianas de vacuno de carne en función de la presencia del gen de la hipertrofia muscular"* y otro financiado por el Plan Regional PC04-43 *"Desarrollo de tecnologías agroalimentarias para la producción y control de calidad de la ternera asturiana categoría ternera (IGP) y la gestión sostenible de los recursos naturales vegetales y animales"*.

Se han estudiado ambas razas de vacuno de carne, la Asturiana de la Montaña (AM) y la Asturiana de los Valles (AV). Como era de esperar los crecimientos postdestete de los terneros de raza AM son (1,12 kg/día) significativamente inferiores a los de la raza AV (1,41 kg/día). Dentro de la raza AV, los homocigotos culones son los que mayores crecimientos obtienen (1,45 kg/día) aunque no significativamente diferentes de los homocigotos normales (1,39 kg/día). Al considerar los crecimientos en cuanto a producción de carne, en lugar de peso vivo, las diferencias se acentúan entre el genotipo culón (0,91 kg/día) y el normal (0,79 kg/día) debido al mayor rendimiento canal (62,7%) de los culones frente a los normales (56,5%). Por otra parte, el rendimiento canal de los AV normales es superior al de los terneros AM (54,8%). Los rendimientos están muy positivamente correlacionados con la conformación de la canal y el precio de comercialización. Sin embargo, el nivel de engrasamiento está muy negativamente correlacionado con el nivel de crecimiento y la conformación, y es el nivel de engrasamiento lo que le confiere la jugosidad y el

sabor a la carne. En este punto, el consumidor debe inclinarse por una carne más grasa, con más sabor y jugosidad o por una carne nutritivamente más saludable por su bajo contenido en grasa y mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados (beneficiosos para la salud humana) frente a saturados.

Para determinar el perfil de ácidos grasos de los distintos tejidos adiposos se ha llevado a cabo la validación de la técnica de extracción – derivatización y la identificación de los ácidos grasos por cromatografía de gases (Aldai *et al.*, 2005, 2006a). Se ha visto que el nivel de engrasamiento influye directamente en la composición de los ácidos grasos de los distintos tejidos adiposos, siendo la grasa de la carne o la intramuscular la más afectada. En general, hemos observado un menor porcentaje de ácidos grasos saturados y monoinsaturados y un mayor porcentaje de los ácidos grasos poliinsaturados e insaturados en los animales más magros, donde juega un papel importante el gen de la hipertrofia muscular (AV *mh/mh*). Por el contrario, se observa un efecto opuesto en animales con un mayor nivel de engrasamiento, como puede ser la raza AM. El mayor contenido de grasa intramuscular de la raza AM (2,4%) frente a genotipos más magros como el homocigoto culón de la raza AV (0,8%) se ve reflejado en una mayor deposición en cantidades absolutas (mg/100g de carne cruda) de ácidos grasos saturados y monoinsaturados, mientras que la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados se mantiene más o menos constante de unas carnes a otras. No obstante, se ha observado que la carne procedente de razas más grasas presenta un mayor contenido (mg/100g carne cruda) en ácidos grasos linoleicos conjugados (CLA, isómero mayoritario *cis9,trans11-18:2*), con efectos beneficiosos sobre la salud humana, aunque también presentan un mayor contenido en ácidos grasos de tipo *trans* (el *trans10-18:1* es el isómero mayoritario), probablemente por ser animales alimentados con pienso concentrado, lo que tiene efectos negativos sobre la salud humana (Ver Memoria Doctoral de Noelia Aldai y Aldai *et al.*, 2006b, 2007a).

En el análisis de otros tejidos adiposos, como la grasa intermuscular y la subcutánea, se ha visto que su perfil de ácidos grasos totales es bastante similar (alto contenido en ácidos grasos saturados, monoinsaturados, ramificados, *trans* y CLA) pero que difiere del de la grasa intramuscular. En general, podríamos decir que la grasa intermuscular es la más saturada, la subcutánea la más monoinsaturada y la intramuscular la más poliinsaturada. El efecto del genotipo fue más visible en los tejidos intramuscular y subcutáneo, mientras que el intermuscular fue el más homogéneo en cuanto a su composición de ácidos grasos totales (Aldai *et al.*, 2007b). El conocimiento de la calidad de la grasa de los tejidos adiposos que se pueden separar de la carne (particularmente el subcutáneo), es de gran interés por su posible aplicación en la industria alimentaria.

Aparte del efecto del genotipo, la alimentación del animal es otro de los factores importantes a estudiar. Se sabe que la alimentación basada en los recursos pastables (hierba) conlleva una menor acumulación de grasas y una composición en ácidos grasos más saludable. Esto se debe a un menor engrasamiento de las canales y a una composición en ácidos grasos del pasto totalmente diferente al pienso concentrado. Éste es un aspecto en el que se está profundizando y por lo tanto lo trataremos en una próxima ocasión.

Puesta en práctica de los conocimientos

Para el desarrollo de una explotación de carne, a la hora de decidirse por una raza, genotipo y modelo de producción, habrá que tener en cuenta los recursos disponibles, tanto alimenticios como humanos, y el tipo de carne que se quiere producir teniendo en cuenta las preferencias del consumidor.

Asturias, con sus dos razas bien diferenciadas, sus cruces y los tres genotipos dentro de la raza AV tiene condiciones para disponer de una gama amplia de productos, variable en sus características físico-químicas y también sensoriales y que puedan satisfacer los gustos y ape-

tencias de diferentes segmentos de la sociedad. Se trata de trabajar bien con la participación constructiva e interprofesional de todos los agentes implicados en el resultado final del proceso, rentabilidad y valoración y apreciación del producto cárnico.

Bibliografía

- ALDAI N., MURRAY B. E., NÁJERA A. I., TROY D. J., OSORO K. (2005). Review: Derivatization of fatty acids and its application for conjugated linoleic acid studies in ruminant meat lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 1073-1083.
- ALDAI N. (2006). Beef fatty acid profile depending on breed and muscular hypertrophy gene. Tesis Doctoral Europea. Universidad del País Vasco/Euskal-Herriko Unibertsitatea, SERIDA.
- ALDAI N., OSORO K., BARRON L. J. R., NÁJERA A. I. (2006a). Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (*cis9trans11* and *trans10cis12* isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids. Application to the intramuscular fat of beef meat. *Journal of Chromatography A* 1110: 133-139.
- ALDAI N., MURRAY B. E., OLIVÁN M., MARTÍNEZ A., TROY D. J., OSORO K., NÁJERA A. I. (2006b). The influence of breed and *mh*-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Science* 72: 486-495.
- ALDAI N., NÁJERA A. I., MARTÍNEZ A., CELAYA R., OSORO K. (2007a). Correlation between carcass conformation and fat cover degree, and muscle fatty acid profile of yearling bulls depending on breed and *mh*-genotype. *Livestock Science* 107: 199-212.
- ALDAI N., NÁJERA A. I., DUGAN M. E. R., CELAYA R., OSORO K. (2007b). Characterisation of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups. *Meat Science* 76: 682-691.
- ARTHUR P. F. (1995). Double muscling in cattle: a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 46: 1493-1515.
- CELAYA R., OLIVÁN M., FERREIRA L. M. M., MARTÍNEZ A., GARCÍA U. OSORO K. (2007). Comparison of grazing behaviour, dietary overlap and performance in non-lactating domestic ruminants grazing on marginal heathlands areas. *Livestock Science* 106: 271-281. 2007. doi:10.1016/j.livsci.2006.08.013.

- Commission Regulation (EEC) N° 2237/91 of 26 July 1991 amending Regulation (EEC) N° 2930/81 adopting additional provisions for the application of the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals (Official Journal L204, 27/07/1991, p. 0011).
- Commission Regulation (EEC) N° 2930/81 of 12 October 1981 adopting additional provisions for the application of the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals (Official Journal L293, 13/10/1981, p.6).
- Council Regulation (EEC) N° 1026/91 of 22 April 1991 amending Regulation (EEC) N° 1208/81 determining the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine (Official Journal L106, 26/04/1991, p. 0002).
- Council Regulation (EEC) N° 1208/81 of 28 April 1981 determining the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals (Official Journal L123, 07/05/1981, p. 3).
- Council Regulation (EEC) N° 2081/92 of 14 July 1992 on the protector of geographical indications and designations of origin for agricultural products and foodstuffs (Official Journal L208, 24/07/1992, p. 0001).
- Fiems L.O., De Campaneere S., Bogaerts D.F., Cottyn B.G., Boucqué, ChV. (1998). The influence of dietary energy and protein levels on performance, carcass and meat quality of Belgian White-blue double-muscl finishing bulls. *Animal Science* 66: 319-327.
- GROBET L., MARTIN L. J. R., PONCELET D., PIROTTIN D., BROUWERS B., RIQUET J., SHOEBERLEIN S., DUNNER F., MÉNISSIER F., MASSABANDA J., FRIES R., HANSET R., GEORGES M. (1997). A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscl phenotype in cattle. *Nature Genetics* 17: 71-74.
- JÁUREGUI B. M. (2007). Pastoreo de brezales-tojales por pequeños rumiantes: efectos de la quema, especie animal, raza y carga sobre la fauna y flora. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo, SERIDA.
- JÁUREGUI B. M., CELAYA R., GARCÍA U., OSORO K. (2007a). Vegetation dynamics in burnt heath-gorse shrublands under different grazing management with sheep and goats. *Agroforestry Systems* 70:103-111. doi:10.1007/s10457-007-9045-x.
- JÁUREGUI B. M., ROSA-GARCÍA R., CELAYA R., GARCÍA U., WALLISDEVRIES M. F., OSORO K., CELAYA R. (2007b). Effects of stocking density and breed of goats on vegetation and grasshopper occurrence in heathlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (in press).
- OLIVÁN M., MARTÍNEZ A., OSORO K., SAÑUDO C., PANEA B., OLLETA J. L., CAMPO M. M., OLIVER M. A., SERRA X., GIL M., PIEDRAFITA J. (2004). Effect of muscular hypertrophy on physico-chemical, biochemical and texture traits of meat from yearling bulls. *Meat Science* 68: 567-575.
- OSORO K., MARTÍNEZ A., CASTRO P. (2003). Desarrollo de Sistemas Eficientes de Producción de Carne de Calidad en Zonas Bajas. KRK Ediciones (SERIDA), Oviedo.
- OSORO K., MARTÍNEZ A., OLIVÁN M., GARCÍA U., CELAYA, R. (2005a). Manejo de los herbívoros domésticos para la biodiversificación y el desarrollo sostenible. Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural. XLV Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Koldo Osoro Otadui, Alejandro Argamentería Gutiérrez, Aitor Larraceleta González (Editores), Vol 1, pp. 45-71, Gijón, Asturias (España).
- OSORO K., GARCÍA U., JÁUREGUI B. M., FERREIRA L. M. M., OLIVÁN M., CELAYA, R. (2005b). Conducta de pastoreo y variaciones de peso de los herbívoros domésticos en un brezal-tojal parcialmente mejorado. XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Koldo Osoro Otadui, Alejandro Argamentería Gutiérrez, Aitor Larraceleta González (Editores), Vol. 1, pp. 253-260, Gijón, Asturias (España).
- OSORO K., GARCÍA U., JÁUREGUI B. M., FERREIRA L. M. M., ROOK A.J., CELAYA R. (2007a). Diet selection and live-weight changes of two breeds of goats grazing on heathlands. *Animal* 1: 449-457. doi: 10.1017/S1751731107683797.
- OSORO K., BENITO-PEÑA A., FRUTOS P., GARCÍA U., ORTEGA-MORA L. M., CELAYA R., FERRE I. (2007b). The effect of heather supplementation on gastrointestinal nematode infections and performance in Cashmere and local Celtiberic goats on pasture. *Small Ruminant Research* 67:184-191. doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.09.032.
- OSORO K., MATEOS-SANZ A., FRUTOS P., GARCÍA U., ORTEGA-MORA L. M., FERREIRA L. M. M., CELAYA R., FERRE I. (2007c). Anthelmintic and nutritional effects of heather supplementation on Cashmere goats grazing perennial ryegrass-white clover pastures. *Journal of Animal Science* 85: 861-870. doi:10.2527/jas.2006-388.
- UYTTERHAEGEN L., CLAEYS E., DEMEYER D., LIPPENS M., FIEMS L. O., BOLICQUÉ C. C., VAN DE VOORDE G., BASTIAENS A. (1994). Effects of double-muscling on carcass quality, beef tenderness and myofibrillar protein degradation in Belgian Blue White bulls. *Meat Science* 38: 255-267. ■