



NUEVOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN PARA EL CEBO INTENSIVO DE CORDEROS

¹C. Blanco, ²R. Bodas, ¹A.B. Rodríguez, ¹N. Prieto, ¹S. Andrés, ¹A.R. Mantecón, ¹F.J. Giráldez

¹ Instituto de Ganadería de Montaña, CSIC-ULE. Finca Marzanas. Grulleros. León. España

² Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Ctra. Burgos, km. 119. 47071, Valladolid. España.

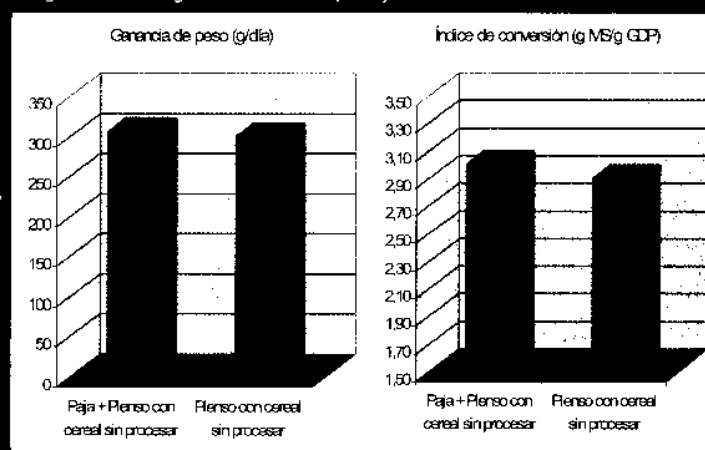
INTRODUCCIÓN

En la última década, la producción y el consumo de carne de cordero han experimentado un descenso significativo. La etiología de esta evolución es multifactorial, interviniendo en primer término factores de naturaleza económica (e.g. los costes de producción se incrementan en mayor medida que el valor del producto obtenido, siendo además dicho coste superior que el de producción de carne de otras especies) y social (p.e. la carne de cordero tiene una imagen menos saludable que la de otras especies, y los gustos y preferencias del consumidor se han decantado por otras carnes). A estos factores se unen otros condicionantes, relacionados con el bienestar animal y el impacto ambiental de la producción ganadera que, lógicamente, tienen repercusión económica y social.

Ante esta situación, el sector productivo se enfrenta a la necesidad de evolucionar y realizar cambios en los sistemas de producción para mejorar su competitividad y ajustarse a las nuevas exigencias. Lógicamente estos cambios deben planificarse sobre la base de conocimientos científico-técnicos generados previamente. Obviamente, se puede y se debe intervenir en los diferentes factores que determinan el sistema de producción y de comercialización. No obstante, la alimentación es un elemento central que puede influir directamente tanto en los costes de producción como en las características de la carne – y, por ello, en su valor añadido –, así como en la imagen que proyecta el sistema de producción en términos de bienestar animal y de impacto ambiental.

En nuestro país, la carne de ovino procede, mayoritariamente, de corderos lechales y de corderos sacrificados con pesos comprendidos entre los 15 y 30 kg, criados estos últimos fundamentalmente en sistemas intensivos (Sañudo et al., 1998). En la mayoría de estos sistemas, la alimentación se basa en la administración ad libitum de pienso compuesto y paja de cereal. La administración de paja a voluntad, de forma separada al pienso, conlleva un coste económico adicional al del valor del propio alimento, ya que su distribución

Figura 1. Efecto de la supresión de paja de la ración cuando se utiliza cereal en grano sobre la ganancia diaria de peso y el índice de conversión de corderos.



Fuente: Landa et al. (2001). Composición del pienso: Cebada en grano 75%, Torta de soja 20%, melazas 2%, corrector vitamínico-mineral 3%.

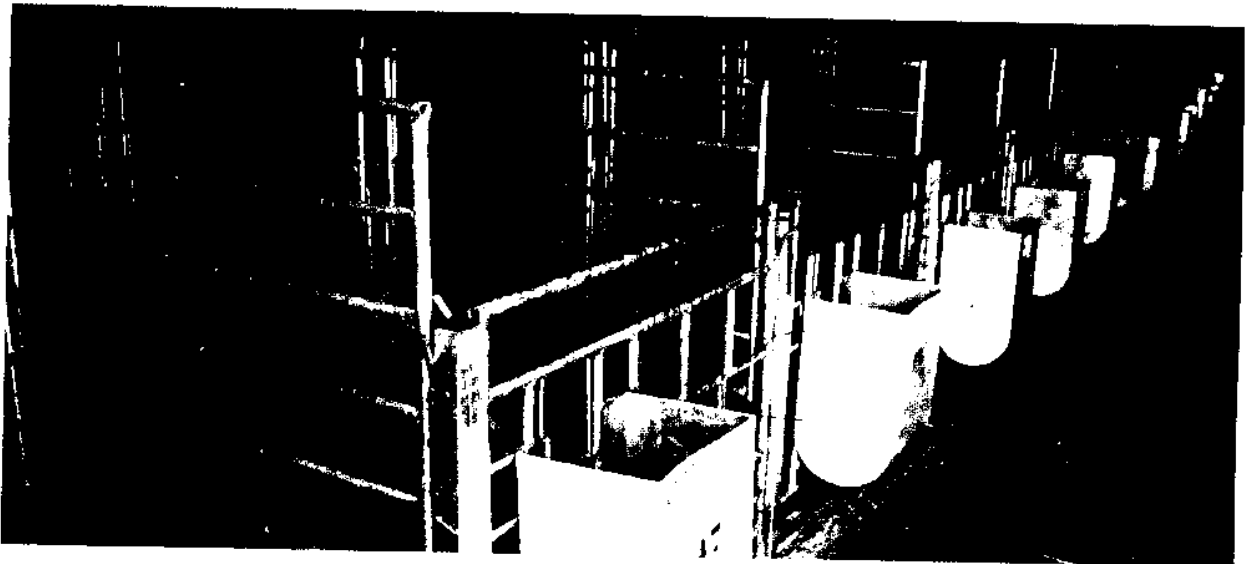


automática es difícil y exige una dedicación importante de mano de obra.

Esta circunstancia, unida al hecho de que el consumo de paja en estos sistemas es relativamente pequeño (representa entre el 10-15% de la dieta consumida), ha promovido el interés por buscar sistemas de alimentación alternativos.

RACIONES TODO CONCENTRADO CON CEREAL ENTERO O PROCESADO

El principal ingrediente de los piensos son los cereales, que generalmente se incluyen procesados. Existen dos objetivos fundamentales por los que el procesado de los cereales forma parte del proceso de elaboración de los piensos para animales. El primero, por cuestiones operacionales, debido a que el procesado facilita el compactado del pienso y la persistencia del gránulo, asegurando la homogeneidad de



■ la mezcla y facilitando la inclusión de diversas sustancias (e.g. aditivos, etc.).

El segundo, obedece a motivos nutricionales, ya que el procesado del cereal pretende, fundamentalmente, incrementar la disponibilidad de los nutrientes y por consiguiente mejorar la eficiencia del alimento.

Todos estos elementos pretenden incrementar el valor nutritivo de los cereales, contribuyendo a que, en el sistema de cebo intensivo, los corderos logren la máxima ingestión de nutrientes y que, de esta forma, puedan expresar su máximo potencial de crecimiento. En estas condiciones, el alimento consumido se transforma con una elevada eficiencia en carne, de manera que se minimiza, dentro de ciertos límites, el coste de producción atribuido a la alimentación de los animales.

La administración de los cereales procesados hace necesario suministrar forraje, en general paja de cereal, para que los animales puedan consumir la cantidad de fibra necesaria para mantener una apropiada actividad ruminal. Sin embargo su baja palatabilidad determina que la proporción que representa en la ración sea insignificante, de manera que, normalmente, es recomendable incluir en el pienso algún aditivo regulador de la fermentación ruminal (e.g. bicarbonato sódico), con la finalidad de evitar trastornos digestivos y metabólicos.

La administración de cereal entero en vez de molido, sin embargo, parece reducir la ingestión de paja, tal y como apunta Castrillo *et al.* (1989). Estos autores observaron que la ingestión de paja descendió en un 33% al sustituir la cebada molida por cebada en grano (sin moler). Ponnampalam *et al.* (2004) encontraron un descenso de un 19% en la ingestión de forraje (mezcla constituida por 85% de heno de avena y 15% de heno de alfalfa) al introducir grano de cebada entero en la ración. Askar (2004) también encuentra una reducción de un 52% en la ingestión de paja cuando se incluye cebada en grano en la ración.

Diferentes trabajos ponen de manifiesto que el empleo de cereal entero permitiría suministrar una ración desprovista de paja sin que por ello se viera afectado el rendimiento de los animales (González *et al.*, 2000; Landa *et al.*, 2001; Cañeque *et al.*, 2003). En este sentido, por ejemplo, Landa *et al.* (2001) observaron que cuando se utilizaban piensos elaborados con cereal en grano en el cebo de corderos, la supresión de la paja

de la ración no afectaba negativamente ni a la ganancia diaria de peso ni al índice de conversión (ver figura 1).

La alimentación con cebada en grano, aunque en algunos casos ralentiza la fermentación ruminal del almidón, incrementa el pH del rumen y alarga el tiempo de rumia (Ørskov *et al.*, 1974; Ørskov y Fraser, 1975), circunstancias que podrían explicar la ausencia de efectos negativos al suprimir la paja de la ración de corderos.

La eliminación del forraje y el empleo de cereal en grano presentaría distintas ventajas. En primer lugar, se podrían suprimir los costes de procesado del cereal y el granulado del pienso, y los costes relativos a la mano de obra para hacer frente a la distribución de la paja que, normalmente, se realiza de forma manual. Por otra parte, el empleo de cereal en grano podría reducir el coste económico añadido y la dependencia en el uso de aditivos reguladores del pH, ya que la estructura del grano de cereal podría ralentizar la fermentación del almidón y, por tanto, evitar descensos acusados del pH en el rumen. En este sentido, Askar (2004) observó que la fusión de las papilas ruminales disminuía al sustituir cereal molido por cereal entero en la ración de corderos. Cabe señalar, no obstante, que los corderos que recibieron el cereal entero siguieron presentando problemas de hiperqueratosis y úlceras en la mucosa ruminal.

Por otra parte, el empleo de cereal entero podría determinar que los corderos seleccionaran entre los distintos componentes de la dieta, lo que, en condiciones prácticas, podría incrementar la variabilidad entre animales en cuanto a la cantidad y la composición de la dieta consumida y, por tanto, afectar a la ganancia diaria de peso y a las características de la canal y de la carne, especialmente en sistemas de producción en lote. A este respecto, en el experimento realizado por Landa *et al.* (2001), anteriormente mencionado, los autores observaron que al administrar el pienso con cereal sin procesar, los animales realizaban cierta selección entre las materias primas que componían el pienso, mostrando una selección negativa hacia la proteína; es decir, los animales ingirieron una cantidad de proteína inferior a la que se pretendía con la ración formulada. Sin embargo, en sistemas de libre elección, como se analiza en el siguiente apartado, el comportamiento suele ser el opuesto, lo ■



■ que podría estar relacionado con una mayor dificultad para discriminar entre ingredientes cuando se administran en una mezcla única.

SISTEMAS BASADOS EN LIBRE ELECCIÓN DE ALIMENTOS

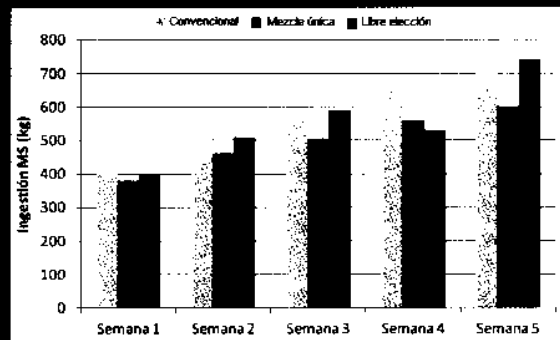
Una de las alternativas al cebo tradicional de corderos es la implementación de sistemas basados en la libre elección de alimentos. Este sistema consiste en administrar, de forma separada y a voluntad, los distintos componentes de la ración, de manera que los animales puedan seleccionar entre los distintos ingredientes para cubrir sus necesidades (Kyriazakis y Oldham, 1993, 1997; Scott y Provenza, 2000).

Sahin *et al.* (2003) y Keskin *et al.* (2004) criaron corderos (desde los 24-26 kg hasta los 35-42 kg) con una dieta que contenía cebada, semilla de algodón, salvado de trigo y heno de alfalfa, ofrecidos en una mezcla única (grupo control) o por separado (grupo libre elección). Los primeros autores no encontraron diferencias en la ingestión de alimento entre los dos sistemas de alimentación, mientras que en el segundo trabajo, los animales del sistema de libre elección consumieron diariamente un 7% más de alimento que los corderos del sistema mezcla única. En los dos trabajos, los animales del sistema de libre elección seleccionaron una dieta con un mayor contenido proteico que la de los animales del grupo control; en el primer y segundo caso, la ingestión de proteína fue superior en un 12 y un 43%, respectivamente.

Sin embargo, también hay ejemplos en los que el sistema de libre elección conlleva aparejada una disminución en la ingestión de proteína. En este sentido, Görgülü *et al.* (1996), en corderos de raza Assaf alimentados con un sistema convencional o con uno de libre elección, no observaron diferencias en la ingestión total de alimento entre grupos. Sin embargo, los animales del grupo libre elección redujeron la ingestión de proteína respecto al grupo de mezcla única de 290 a 263 g/día. Por otra parte, Kyriazakis y Oldham (1993) diseñaron un experimento, con corderos de raza Suffolk x Scottish (con un peso inicial de 25 kg de peso vivo), para evaluar la capacidad de selección de los animales cuando podían elegir entre alimentos con diferente contenido de proteína. En este experimento a dos grupos de animales se les ofreció el mismo suplemento proteico con un 24% de proteína bruta y a cada uno de ellos otra mezcla de alimentos con un 8 (grupo A) o un 11% (grupo B) de proteína bruta (contenido inferior a sus necesidades proteicas). Para conseguir un aporte adecuado de proteína, los animales del grupo A consumieron una dieta con una mayor proporción de suplemento proteico que los del grupo B. No obstante, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ni en la ingestión total de alimento ni de proteína. Estos autores, sin embargo, observaron una gran variabilidad individual en la dieta seleccionada, si bien en todos los casos la dieta seleccionada permitió un adecuado ritmo de crecimiento.

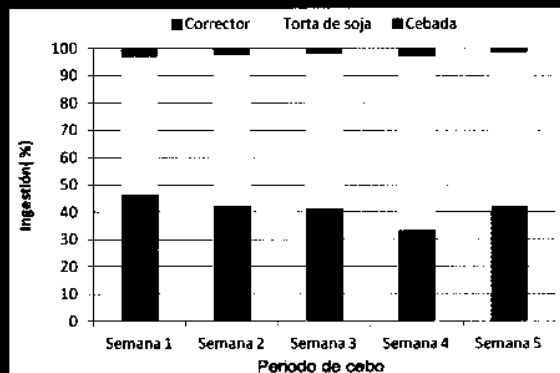
Askar (2004), en corderos machos de raza Rasa Aragonesa alimentados en un sistema de libre elección con un suplemento proteico y cebada en grano, no encontró diferencias en la ingestión total de alimento respecto al grupo control (sistema convencional de pienso y paja). Sin embargo, las hembras del grupo libre elección ingirieron una mayor cantidad de alimento respecto al grupo control. No obstante, la

Figura 2. Ingestión semanal de materia seca para corderos criados con un sistema convencional (paja + pienso, a voluntad y en comederos independientes), sistema de mezcla única (sin paja y pienso con parte del cereal sin procesar) y sistema de libre elección (cebada en grano, torta de soja y corrector en comederos independientes).



Fuente: Rodríguez, 2005. La ingestión en cada tratamiento representa la ingestión completa del lote (n=100 animales).

Figura 3. Composición de la dieta seleccionada por los corderos criados en un sistema de libre elección (cebada en grano, torta de soja y corrector en comederos independientes).



Fuente: Rodríguez, 2005.

proporción de cebada y de suplemento proteico en la dieta seleccionada fue la misma para hembras y machos, aunque sí se observaron diferencias entre sexos en la ganancia diaria de peso, posiblemente relacionadas con cambios en la composición del incremento de peso. En cualquier caso, el contenido de proteína en la dieta ingerida por el grupo libre elección fue superior a la del pienso administrado al grupo control.

Rodríguez (2005) comparó el rendimiento productivo de corderos de raza Merina criados, en lote, con los siguientes sistemas:

* sistema convencional, en el que se administraba, en comederos independientes y a voluntad, paja de cereal y un pienso compuesto (cebada, 46%; maíz, 12%; avena, 10%; torta de soja, 21%; salvado, 5%; melaza de caña, 1,4%; grasa by-pass, 1,6%; bicarbonato, 0,7%; corrector vitamínico-mineral, 2,3%).

* sistema de libre elección, sin paja, en el cual los animales se les ofrecía, a voluntad y en comederos independientes, cebada en grano, torta de soja y corrector vitamínico-mineral.

* sistema mezcla única sin paja, en el que los animales recibían una mezcla compuesta por cebada entera (49%), cebada molida (24%), torta de soja (19%), melaza



■ de caña (4%), bicarbonato sódico (1%) y corrector vitamínico-mineral (3%).

Como puede apreciarse en la figura 2 los mayores valores de ingestión correspondieron, a excepción de la semana 5, a los animales del sistema convencional. Los menores valores hallados fueron, en todos los casos, los correspondientes al sistema de mezcla única. La ingestión de alimento en el grupo de libre elección y en el de mezcla única representó en torno a un 89 y un 76%, respectivamente, del registrado en los corderos del sistema convencional.

En la figura 3 se representa la evolución de la composición de la dieta seleccionada por los animales del sistema de alimentación de libre elección (Rodríguez, 2005). El consumo de cebada en grano representó entre un 34 y un 47% de la materia seca consumida. El consumo de corrector vitamínico-mineral presentó un valor medio para todo el periodo de un 3%, con un rango que osciló entre 2,1 y 3,7%.

El elevado porcentaje de torta de soja consumido por los animales del sistema de libre elección, se tradujo, lógicamente, en un elevado consumo de proteína bruta en la dieta seleccionada, llegando a alcanzar valores de ingestión media de proteína bruta de hasta el doble de los hallados en los otros dos sistemas (15, 17 y 29%, para los sistemas convencional, mezcla única y libre elección, respectivamente).

En lo que respecta a la ganancia de peso, los animales pertenecientes al sistema de alimentación libre elección de alimentos presentaron valores superiores (309 g/día) a los hallados en los sistemas convencional (283 g/día) y mezcla

única (269 g/día). La mayor ganancia diaria de peso de los corderos del sistema de libre elección tal vez esté relacionada con el mayor consumo de proteína, que podría ejercer un efecto sobre la composición de la ganancia y por tanto sobre el índice de conversión.

Askar (2004), en un experimento en el que comparó la selección de dieta realizada por corderos en cebo cuando se les ofrecía cebada en grano y suplementos proteicos con diferente contenido de proteína (26, 35 y 43% de proteína bruta sobre materia seca), observó que la ingestión de suplemento proteico disminuyó en un 85% y la de cebada en grano aumentó en un 40%, al incrementarse el contenido en proteína bruta del suplemento de un 26 a un 43%, de manera que la ingestión total de proteína así como el contenido de proteína en la dieta seleccionada fueron relativamente constantes. En este experimento el contenido de proteína en la dieta seleccionada osciló dentro de un estrecho margen (entre el 18 y el 20%). Sin embargo, en una repetición de este experimento, el mismo autor no observó este efecto compensatorio, oscilando el contenido de proteína en la dieta seleccionada entre un 17 y un 22%.

Los resultados de todos estos experimentos sugieren que, en las condiciones experimentales estudiadas, los corderos cebados en sistemas de libre elección parecen consumir más proteína que la que teóricamente necesitarían para cubrir sus necesidades. La causa de este comportamiento, no obstante, se desconoce y podrían estar implicados múltiples factores.

En este sentido, diferentes autores han planteado ■

EN VENTAS DE LEHAZO A NIVEL NACIONAL



CONSORCIO PROMOCIÓN
DEL OVINO

SOC. COOP. COLEAR / Avda. del Montecillo, Pº Industrial de Aranda de Duero
09400 Aranda de Duero (Burgos) / Tfno. 947 51 15 80 / E-mail: colear@teleline.es



■ que el elevado consumo de proteína que realizan los corderos cuando se crían en sistemas de libre elección de alimentos podría estar relacionado con un papel tampón, es decir como mecanismo complementario de regulación del pH ruminal (Phy y Provenza, 1998). Otros autores, sin embargo, han descartado esta hipótesis. En este sentido, Askar (2004) no observó un cambio en el patrón de selección de la dieta realizado por corderos en respuesta a la inclusión de bicarbonato sódico en el suplemento proteico.

Rodríguez *et al.* (2007), con objeto de evaluar si el contenido de proteína degradable de los alimentos ofertados influía en la selección de dieta de corderos en cebo, realizó un experimento en el cual ofreció a un grupo de corderos cebada y torta de soja (Grupo C) y a otro grupo cebada tratada con urea (para aumentar su contenido de proteína degradable) y torta de soja (Grupo C+U). Los resultados obtenidos no demostraron efecto del contenido de proteína degradable de los alimentos ofertados, ya que el mayor aporte de proteína degradable de la cebada tratada con urea (grupo C+U) no redujo el consumo de torta de soja (51% vs 55% para el grupo C y C+U, respectivamente) ni, por tanto, de proteína.

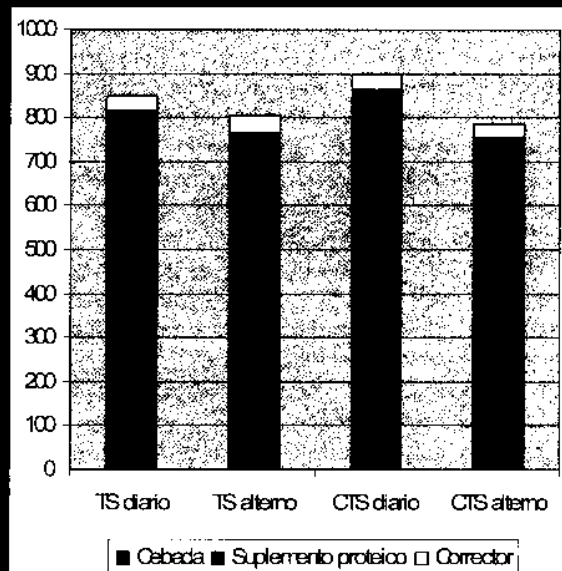
Una alternativa para modificar este consumo en exceso de proteína podría ser el aporte oscilante de proteína. Existen evidencias científicas que manifiestan que la administración oscilante de proteína mejora la ingestión y la eficiencia de utilización del nitrógeno ingerido (Cole, 1999). En relación con los corderos en sistema de cebo intensivo, Rodríguez (2005) estudió, en un sistema de libre elección de alimentos, el efecto de ofertar cebada todos los días y un suplemento proteico bien diariamente (diario) o bien cada dos días (alterno). Debido a que la selección de la dieta en estas condiciones podría variar en función de las características del suplemento proteico, incluyeron en el diseño dos tipos de suplementos proteicos: torta de soja (TS) como único ingrediente del suplemento proteico o una mezcla molida constituida por un 60% de torta de soja y un 40% de cebada (CTS).

Tal y como puede observarse en la figura 4, la ingestión diaria de materia seca se redujo en los animales que recibieron el suplemento proteico de forma alterna (cada dos días), aumentando, como cabría esperar, la proporción de cebada y disminuyendo la proporción de suplemento proteico ingerido. Como consecuencia de ello, se redujo la ingestión de proteína, que fue superior en los grupos que recibieron diariamente el suplemento proteico (ver figura 5).

Estos resultados parecen estar en contradicción con los señalados por Ludden *et al.* (2002), quienes, al ofertar a terneros una dieta con un 13 y un 17% de proteína bruta en días alternos, no observaron cambios en la ingestión media de materia seca de alimento. No obstante, en el estudio realizado por Rodríguez (2005), el contenido de proteína bruta de los suplementos proteicos fue claramente superior al de los utilizados por Ludden *et al.* (2002).

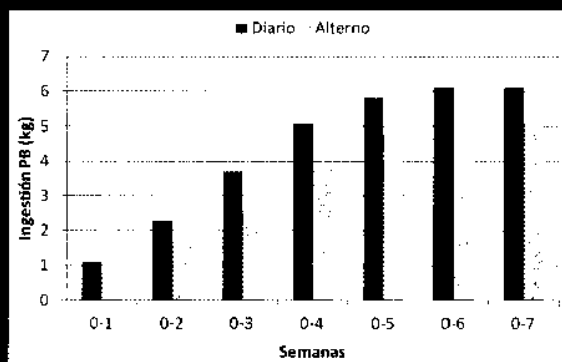
Diferentes autores sugieren que la ingestión de alimento no tendría por qué resultar comprometida por la suplementación intermitente, ya que no se altera la fermentación ruminal, en concreto parámetros tales como el pH y la concentración de ácidos grasos volátiles en el rumen (Collins y Pritchard, 1992) o la degradabilidad de la fibra (Ludden *et al.*, 2002) respecto a los sistemas de suplementación diaria. No obstante, sin influir en la fermentación ruminal, el aporte de proteína

Figura 4. Valor medio de la ingestión de materia seca (g/día) de cebada y de los diferentes suplementos proteicos (TS: Torta de soja; CTS: mezcla de torta de soja y cebada) en la dieta consumida por animales cuando reciben el suplemento todos los días (diario) o en días alternos (alterno).



Fuente: Rodríguez, 2005.

Figura 5. Ingestión acumulada de proteína (kg/animal) a lo largo del periodo de cebo (7 semanas) cuando a corderos alimentados con cebada y un suplemento proteico se le administra este último todos los días (diario) o cada dos días (alterno).



Fuente: Rodríguez, 2005.

puede influir indirectamente en la ingestión de alimento al regular el crecimiento y, por ende, las necesidades nutritivas.

Este argumento, tal vez podría aplicarse a los resultados correspondientes a los grupos que recibieron torta de soja como único ingrediente del suplemento proteico en el experimento realizado por Rodríguez (2005), ya que la ganancia diaria de peso (332 vs 271 g/día) y la ingestión de proteína (193 vs. 148 g/día) fueron menores en el grupo que recibió el suplemento proteico de forma alterna. En los grupos que reciben el suplemento CTS, también se observaron diferencias en la ingestión de proteína (188 vs. 138 g/día) y en la ingestión total de alimento pero no en la ganancia de peso (287 vs 271 g/día) ni en el índice de conversión (3,15 vs 2,91 kg MS/kg GDP), lo que no apoya la hipótesis planteada. En cualquier caso, es importante resaltar, en relación con este experimento, que la frecuencia de administración del



■ suplemento proteico no afectó a la composición química de la canal ni de la carne, en lo que se refiere a contenido de agua, grasa, proteína y cenizas.

Los resultados de los experimentos realizados hasta la fecha en corderos de cebo con los sistemas de libre elección de alimentos ponen de manifiesto resultados muy variables, incluso en ocasiones contradictorios. Resulta, por tanto, necesario identificar los factores que pueden intervenir en la regulación del comportamiento alimentario de los rumiantes y conocer sus mecanismos de acción para poder aplicar con total garantía los sistemas de libre elección en condiciones prácticas.

RACIONES MIXTAS COMPLETAS

En la alimentación del ganado vacuno es frecuente el empleo de raciones integrales. Desde hace más de 30 años, se han realizado numerosos trabajos de investigación con esta especie en diferentes estados fisiológicos para evaluar los efectos de la relación forraje/concentrado, así como del tipo de forraje y el tamaño de picado del mismo sobre la ingestión voluntaria, la utilización digestiva y el rendimiento productivo (Raven *et al.*, 1969; Bines and Davey, 1970; Allen, 2000; Van Ackeren *et al.*, 2009).

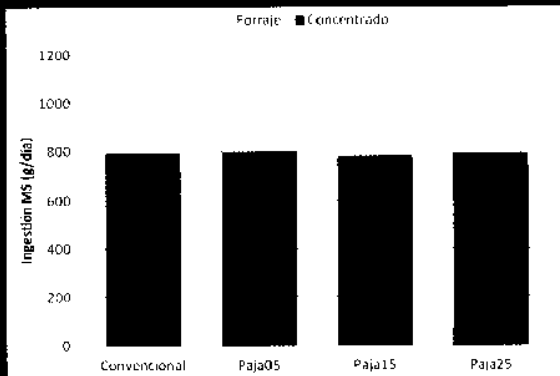
En ganado ovino adulto también se utilizan raciones integrales cada vez con mayor frecuencia, existiendo una base científica y técnica que avala este tipo de alimentación (Sierra Alfranca, 1996; Miguel *et al.*, 2009; Asenjo *et al.*, 2009). En corderos esta alternativa también ha sido muy estudiada en las décadas de 1950 a 1970 pero en animales con pesos comprendidos entre los 30 y 50 kg, fundamentalmente empleando alfalfa como fuente de forraje y con porcentajes de forraje en la ración muy elevados en comparación con los sistemas de cebo intensivo en nuestro país (Cate *et al.*, 1954; Perry *et al.*, 1959; Weir *et al.*, 1959; Romberg *et al.*, 1970). Sin embargo, en la fase comprendida entre los 15 y los 30 kg, y con paja como forraje, características intrínsecas del sistema de producción de nuestro país, esta alternativa apenas ha sido estudiada.

Una primera cuestión que se plantea a la hora de formular este tipo de raciones para el cebo de corderos es la proporción de forraje y concentrado.

Es bien conocido que la ingestión de alimento, en un rango determinado, guarda una relación inversa con su contenido de fibra. En general, cuanto mayor es el porcentaje de forraje incluido en la ración menor es la cantidad de materia seca ingerida debido a su relación con el efecto de llenado del rumen, el tiempo de retención en el rumen y el ritmo de fermentación (Forbes, 1986; Allen, 2000).

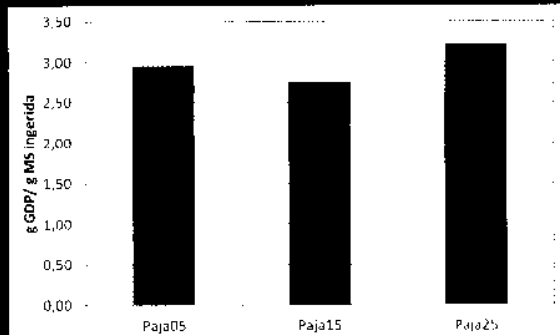
No obstante, esta relación entre el porcentaje de forraje en la ración y la ingestión depende de la forma de presentación del forraje, de manera que la relación anteriormente mencionada cambia su sentido al utilizar forraje finamente molido. Así, por ejemplo, Pérez-Lanzac *et al.* (1988) observaron que al aumentar el contenido de heno de alfalfa molida (de un 0 a un 69%) en la ración de corderos en cebo intensivo, aumentaba la ingestión de materia seca de 890 a 1176 g/día, respectivamente. Este efecto podría ser debido a que los animales compensan el descenso en el contenido energético de los piensos aumentando la ingestión voluntaria de alimento. En este estudio, el aumento en la ingestión

Figura 6. Consumo medio de materia seca de pienso (g/animal y día) de corderos criados con un sistema convencional (paja y pienso administrados de forma separada y a voluntad) o con raciones mixtas completas granuladas elaboradas con diferente proporción de forraje (5, 15 y 25% de paja de cebada).



Fuente: Blanco *et al.* (2011). Los datos de ingestión se refieren al periodo comprendido entre los 15 y los 27 kg de peso.

Figura 7. Índice de conversión (g ganancia de peso/g de materia seca ingerida) de corderos criados con raciones mixtas completas granuladas elaboradas con diferente proporción de forraje (5, 15 y 25% de paja de cebada).



Fuente: Blanco *et al.* (2011). Los datos de índice de conversión se refieren al periodo comprendido entre los 15 y los 27 kg de peso.

permitió compensar el efecto de la dilución energética del pienso sobre la ganancia diaria de peso pero no sobre el índice de conversión, que empeoró. En un ensayo similar pero utilizando paja de cebada como forraje y con un rango menor (del 5 al 25%) de inclusión de forraje en la ración, Blanco *et al.* (2011) observaron un efecto similar al señalado por Pérez-Lanzac *et al.* (1988) en lo que se refiere a la ingestión (ver figura 6). Sin embargo, tal y como refleja la figura 7, el mejor índice de conversión se logró con los niveles intermedios de inclusión de paja en la ración.

El efecto del tamaño picado es relativamente claro cuando se comparan tamaños extremos. Sin embargo, en ganado ovino, en general, y en el cebo de corderos, en particular, existen muy pocos estudios en los que se haya evaluado el efecto del tamaño de partícula en el rango comprendido entre 2 y 15 mm, siendo los resultados poco concluyentes. Así, por ejemplo, en un trabajo reciente, Al-Saiady *et al.* (2010), no encontraron diferencias en la ingestión pero sí observaron una mayor ganancia de peso y un mejor índice de conversión cuando utilizaban raciones integrales (con un 25% de alfalfa y 7,5% de salvado de trigo) en las que el forraje se había picado usando cribas de tamaño de paso de 9,5 mm que cuando



■ utilizaban cribas de 14 mm. Church *et al.* (1961), con raciones integrales granuladas (con porcentajes de forraje superiores al 50%), observaron una tendencia a aumentar la ganancia diaria de peso en corderos al aumentar el tamaño de picado del forraje (heno de alfalfa) desde 2,4 a 6,3 mm. El índice de conversión, sin embargo, mostró la evolución opuesta. En ovejas adultas, Pérez-Torres *et al.* (2011), sin embargo, no observaron diferencias en la ingestión ni en la fermentación ruminal cuando compararon raciones integrales (con un 60% de paja) que habían sido molidas utilizando cribas de 6 o 10 mm de tamaño de paso. También en ovejas adultas, Sierra Alfranca (1996) comparó la ingestión de una ración mixta completa granulada pero con 3 tamaños iniciales de partícula (cribas de 2, 5 y 10 mm) y observó diferencias en la ingestión, disminuyendo al aumentar el tamaño de partícula (136, 122 y 114 g/kg peso vivo^{0,75} para 2, 5 y 10 mm de tamaño de picado, respectivamente).

Esta variabilidad en la respuesta obtenida pone de manifiesto que establecer el tamaño idóneo de picado en las raciones es un aspecto clave para utilizar de forma eficiente las raciones mixtas completas. En primer lugar, por una cuestión económica ya que el coste de fabricación de la ración será mayor cuanto menor sea el tamaño de picado y es importante establecer el equilibrio entre el coste del procesado y el efecto beneficioso sobre la ingestión. En segundo lugar porque el tamaño de picado también puede influir en la utilización digestiva (digestibilidad global y proporción digerida en los diferentes tramos del tracto digestivo) de la dieta consumida y una mayor ingestión podría ser negativamente compensada por una menor digestibilidad. En tercer lugar, porque si la ración no se granula, el tamaño de picado podría influir en la capacidad de los animales para seleccionar entre los diferentes ingredientes que componen la ración e invalidar su utilización para el cebo en lote; por el contrario, si se granula el tamaño del pellet estará condicionado por el tamaño de picado de la mezcla y hay que tener en cuenta que el tamaño del gránulo también puede afectar a la ingestión. Y, en cuarto y último lugar, porque es posible que diferencias en el tamaño de picado, incluso por debajo de 15 mm, puedan influir en la producción de saliva, en la distribución de la digestión en los diferentes tramos del tracto digestivo y, por ello, en el grado de acidosis ruminal que suele ir asociada a la alimentación empleada en el cebo de corderos.

Los resultados existentes sugieren que el empleo de raciones mixtas completas es una alternativa válida para el cebo de corderos. No obstante, estudiar el efecto de todos aquellos factores que puedan condicionar la respuesta, en especial el tamaño de picado y su interacción con la relación forraje: concentrado en la ración y la composición del concentrado, es un paso imprescindible para diseñar raciones mixtas completas que puedan ser transferidas con total garantía al sector productivo.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto AGL 2010-19999. N. prieto tiene un contrato JAE-DOC cofinanciado por el CSIC y el fondo Social Europeo.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83: 1598-1624.



- Al-Saiady, M.Y., Abouheif, M.A., Aziz Makkawi, A., Ibrahim, H.A., Al-Owainar, A.N. 2010. Impact of particle length of alfalfa hay in the diet of growing lambs on performance, digestion and carcass characteristics. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 23: 475-482.
- Asenjo, B., Calvo, J.L., Ciria, J., Miguel, A. 2009. Utilización de un sistema de alimentación mecanizado en ovino de carne. II.- Efecto sobre la evolución del peso de las ovejas en diferentes estados fisiológicos. En: *XIII Jornadas sobre Producción Animal*. AIDA, Zaragoza. pp. 370-372.
- Askar, A.R.T. 2004. *Alimentación de corderos con cebada en grano y suplemento proteico a libre elección: digestión ruminal, síntesis microbiana y rendimientos productivos*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.
- Blanco, C., Bodas, R., Andrés, S., Prieto, N., López, S., Giráldez, F.J. 2011. Efecto de diferentes proporciones de paja en el gránulo de pienso para corderos en cebo sobre la ingestión y el rendimiento productivo. En: *XXXVI Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC)*. SEOC, San Sebastián. pp. 112-115.
- Bines, J.A., Davey, A.W.F. 1970. Voluntary intake, digestion, rate of passage, amount of material in the alimentary tract and behaviour in cows receiving complete diets containing straw and concentrates in different proportions. *British Journal of Nutrition*, 24: 1013-1028.
- Cañeque, V., Velasco, S., Díaz, M.T., Huidobro, F.R., Pérez, C., Lauzurica, S. 2003. Use of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management systems and its effects on meat and carcass quality. *Animal Research*, 52: 271-285.
- Castrillo, C., Guada, J.A., Gasa, J. 1989. Efecto del procesado de la cebada y la inclusión de paja en la dieta sobre su utilización por los corderos en cebo. *Investigación Agraria: Producción y sanidad animal*, 4: 111-119.
- Cate, H.A., Lewis, J.M., Web, R.J., Mansfield, M.E., Garrigus, U.S. 1954. The effect of pelleting rations of varied quality on feed utilization by lambs. *Journal of Animal Science*, 13: 137-142.
- Church, D.C., McArthur, J.A.B., Fox, C.W. 1961. Effect of several variables on utilization of high-roughage pellets by lambs. *Journal of Animal Science*, 20: 644-647.
- Cole, N.A. 1999. Nitrogen retention by lambs fed oscillating dietary protein concentrations. *Journal of Animal Science*, 77: 215-222.
- Collins, R.M., Pritchard, R.H. 1992. Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants. *Journal of Animal Science*, 70: 3899-3908.
- Forbes, J.M. 1986. *The voluntary food intake of farm animals*. Butterworths & Co., London (Reino Unido). 206 p.
- González, J.M., Janacua, H., Guada, J.A., Castrillo, C., Ferrer, L.M. 2000. Cebo de corderos con cebada en grano y núcleo proteico. *XXV Jornadas Científicas de la SEOC*: 283-286.
- Görgülü, M., Kutlu, H.R., Demir, E., Özturkcan, O., Forbes, J.M. 1996. Nutritional consequences among ingredients of free-choice feeding Awassi lambs. *Small Ruminant Research*, 20: 23-29.
- Keskin, M., Sahin, A., Biçer, O., Gül, S. 2004. Comparison of the behaviour of Awassi lambs in cafeteria feeding system with single diet feeding system. *Applied Animal Behaviour Science*, 85: 57-64.
- Kyriazakis, I., Oldham, J.D. 1993. Diet selection in sheep: the ability of ■



- growing lambs to select a diet that meets their crude protein (nitrogen x 6.25) requirements. *British Journal of Nutrition*, 69: 617-629.
- Kyriazakis, I., Oldham, J.D. 1997. Food intake and diet selection in sheep: the effect of manipulating the rates of digestion of carbohydrates and protein of the foods offered as a choice. *British Journal of Nutrition*, 77: 243-254.
- Landa, R., Mantecón, A.R., Frutos, P., Rodríguez, A.B., Giráldez, F.J. 2001. Efecto del tipo de cereal (cebada vs maíz) sobre la ingestión, la ganancia de peso y las características de la canal de corderos alimentados con pienso y paja o solo con pienso. *ITEA*, 97A (3): 204-216.
- Ludden, P.A., Wechter, T.L., Hess, B.W. 2002. Effects of oscillating dietary protein on ruminal fermentation and site and extent of nutrient digestion in sheep. *Journal of Animal Science*, 80: 3336-3346.
- Miguel, A., Calvo, J.L., Ciria, J., Asenjo, B. 2009. Utilización de un sistema de alimentación mecanizado en ovino de carne. I.- Efecto sobre el consumo y los costes de alimentación. En: *XIII Jornadas sobre Producción Animal AIDA*. AIDA, Zaragoza, pp. 367-369.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. 1975. The effects of processing of barley-based supplements on rumen pH, rate of digestion and voluntary intake of dried grass in sheep. *British Journal of Nutrition*, 34: 493-500.
- Ørskov, E.R., Fraser, C., Gordon, J.G. 1974. Effect of processing of cereals on rumen fermentation, digestibility, rumination time and firmness of subcutaneous fat in lambs. *British Journal of Nutrition*, 32: 59-69.
- Pérez-Lanzac, J., Bendicho de Combellas, J., Castro Pereira, A. 1988. Tecnología de los piensos para corderos. I. Crecimientos y composición de la canal de corderos alimentados con piensos granulados de distinto contenido en fibra. *Avances en Alimentación y Mejora Animal*, 28 (1): 3-10.
- Pérez-Torres, A., Sierra, I., de Vega, A., Keñi, A. 2011. Effect of grinding size and sunflower oil addition on intake, digestibility, rumen function and microbial protein synthesis in sheep fed a dry total mixed ration. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9: 1186-1196.
- Perry, T.W., Beeson, W.M., Kennington, M.H., Harper, C. 1959. Pelleted complete mixed rations for feeder lambs. *Journal of Animal Science*, 18: 1264-1270.
- Phy, T.S., Provenza, F.D. 1998. Eating barley too frequently or in excess decreases lambs' preference for barley but sodium bicarbonate and lasalocid attenuate the response. *Journal of Animal Science*, 76: 1578-1583.
- Ponnampalam, E.N., Dixon, R.M., Hosking, B.J., Egan, A.R. 2004. Intake, growth and carcass characteristics of lambs consuming low digestible hay and cereal grain. *Animal Feed Science and Technology*, 114: 31-41.
- Raven, A.M., Forbes, T.J., Irwin, J.H.D. 1969. The utilization by beef cattle of concentrate diets containing different levels of milled barley straw and of protein. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 73: 355-363.
- Rodríguez, A.B. 2005. *Alternativas a los sistemas actuales de alimentación en el cebo intensivo de corderos: efecto de la supresión de paja de la ración y la utilización de cereal en grano sobre la ingestión, el crecimiento y las características de la canal y de la carne*. Tesis Doctoral. Universidad de León. León, España.
- Rodríguez, A.B., López-Campos, O., Hervás, G., Lavín, P., Mantecón, A.R., Giráldez, F.J. 2007. Efecto de la adición de urea a la cebada en grano sobre la selección de dieta, el rendimiento productivo y las características de la canal de corderos criados en sistemas de libre elección de alimentos. *ITEA*, vol extra 28: 174-176.
- Romberg, B., Pearce, G.R., Tribe, D.E. 1970. Growth and carcass quality of lambs fed concentrate rations in a feedlot. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 10: 145-150.
- Sahin, A., Keskin, M., Biçer, O., Gül, S. 2003. Diet selection by Awassi lambs fed individually in a cafeteria feeding system. *Livestock Production Science*, 82: 163-170.
- Sañudo, C., Sanchez, A., Alfonso, M. 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science*, 49: 529-564.
- Scott, L.L., Provenza, F.D. 2000. Lambs fed protein or energy imbalanced diets forage in locations and on foods that rectify imbalances. *Applied Animal Behaviour Science*, 68: 293-305.
- Sierra Alfranca, I. 1996. Nueva alternativa en la alimentación ovina: II. Ración completa, granulada y ad libitum. *Archivos de Zootecnia*, 45: 51-61.
- Van Ackeren, C., Steingard, H., Hartung, K., Funk, R., Drochner, W. 2009. Effect of roughage level in a total mixed ration on feed intake, ruminal fermentation patterns and chewing activity of early-weaned calves with ad libitum access to grass hay. *Animal Feed Science and Technology*, 153: 48-59.
- Weir, W.C., Meyer, J.H., Garrett, W.N., Lofgreen, G.P., Ittner, N.R. 1959. Pelleted rations compared to similar rations fed chopped or ground for steers and lambs. *Journal of Animal Science*, 18: 805-814. ■

Pol. Ind. Dehesa Boyal • 14400 Pozoblanco-Córdoba
T: +34 957 116 254 • Email: cicap@cicap.es • www.cicap.es



Nuestra misión es alimentar y mejorar la vida de nuestros clientes a través de la innovación.

Conocimiento

. € Rentabilidad



Equipo de doctores especialistas en:

- Producción primaria
- Seguridad alimentaria
- Sabor y salud
- Tecnología alimentaria
- Socioeconomía

- Gestionamos el proyecto
- Focalizados en el mercado
- Captamos la mejor financiación
- Grupo PAI AGR 263
- Certificado 166.000

LABORATORIO DE ANÁLISIS

1. Análisis nutricional de materias primas y alimentación animal
2. Pago por calidad de leche cruda
3. Diagnóstico Animal (leche, vísceras, sangre, heces, ...)
4. Control de patógenos en productos terminados (lácteos, cárnicos, aceites, etc)
5. Análisis de aguas
6. Determinación de Residuos

LÍNEAS INVESTIGACIÓN PRODUCCIÓN PRIMARIA

1. Estrategias para controlar las zoonosis alimentarias.
2. Mejora de la eficiencia productiva mediante la optimización de la alimentación, reproducción y sanidad animal.
3. Desarrollo de nuevos indicadores de bienestar animal y adaptación de los parámetros de bienestar animal a los requerimientos legislativos.
4. Estrategias para reducir las resistencias a antimicrobianos.