ITEA (2001), Vol. 97A N.° 3, 204-216

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 SÓLO CON PIENSO

R. Landa, A.R. Mantecón, P. Frutos, A.B. Rodríguez, F.J. Giráldez[1]

Estación Agrícola Experimental, CSIC, Apdo. 788, 24080 León, España

RESUMEN

Se utilizaron 32 corderos recién destetados de raza Merina para estudiar el efecto de dos tipos de pienso, elaborados con cereales sin procesar (Pienso C: 75% cebada, 20% torta de soja, 2% melazas y 3% vitaminas y minerales; Pienso M: 75% maíz, 20% torta de soja, 2% melazas y 3% vitaminas y minerales), y de la suplementación con paja de cereal sobre la ingestión, la ganancia diaria de peso y las características de la canal (peso, morfología, pérdidas por oreo y pH de la canal, rendimiento comercial y color de la carne y de la grasa). El efecto de la interacción entre los factores estudiados y de la suplementación con paja no fue en ningún caso estadísticamente significativo ($P > 0,05$). Tampoco el tipo de cereal empleado en los piensos afectó significativamente ($P > 0,05$) a los parámetros analizados, con excepción ($P < 0,05$) del peso de la canal caliente, el rendimiento comercial y el índice de compacidad de la canal. Los mayores valores correspondieron a los corderos que consumieron el pienso M (peso de la canal caliente: 12,4 *vs* 12,6 kg; rendimiento comercial: 46,2 *vs* 47,6%; índice de compacidad: 252 *vs* 262 g/cm) y fueron, probablemente, consecuencia de un mayor engrasamiento de la canal causado por la diferente relación proteína/energía de los piensos utilizados. Los resultados obtenidos sugieren que no es necesario administrar paja a los corderos cuando se administra el cereal en grano. Ahora bien, es importante tener en cuenta que los corderos seleccionan los ingredientes del pienso y, en condiciones prácticas de explotación, podrían producirse diferencias importantes entre animales del mismo lote en la composición de la dieta consumida y, en consecuencia, en el aporte nutritivo, en la ganancia de peso y en la calidad de la canal.

Palabras clave: Corderos, Crecimiento, Calidad de la canal, Cereal, Raciones sin forraje.

SUMMARY

EFFECT OF CEREAL TYPE (BARLEY VS MAIZE) ON FEED INTAKE, GROWTH RATE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF LAMBS FED MIXED OR ALL-CONCENTRATE DIETS

Thirty-two early weaned Merino lambs were used to study the effect of roughage supplementation (cereal straw plus concentrate *vs* all-concentrate diet) and two concen-

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia. e-mail:j.giraldez@eae.csic.es

trate types (C: 75% barley, 20% soyabean meal, 2% molasses and 3% vitamins and minerals; M: 75% maize, 20% soyabean meal, 2% molasses and 3% vitamins and minerals) on feed intake, growth rate and carcass characteristics (carcass weight, morphology, pH and chilling losses, commercial yield and fat and meat color). There were neither significant interactions ($P > 0.05$) nor any significant difference due to roughage supplementation. Lambs fed maize-based concentrate showed significantly ($P > 0,05$) higher values of carcass weight (12.4 *vs* 12.6 kg), commercial yield (46.2 *vs* 47.6%) and the ratio of carcass weight to carcass external length (252 *vs* 262 g/cm) than those receiving the barley-based concentrate. These effects were probably due to a higher carcass fattening caused by differences in the protein/energy ratio between concentrate feeds. According to these results, roughage supplementation would not be necessary when barley or maize are given as whole grain. Nevertheless, it must be taken into account that lambs select concentrate ingredients and, in group feeding, there might be important individual differences in the composition of the selected diet and, therefore, in nutrient supply, growth rate and carcass quality.

Key words: Lambs, Growth rate, Carcass quality, Cereal, all-concentrate Diets.

Introducción

En los sistemas de cebo intensivo, los corderos son alimentados a voluntad con pienso compuesto para lograr la máxima ingestión de energía y que, de esta forma, puedan expresar su máximo potencial de crecimiento. El principal ingrediente de los piensos es el grano de cereal, que se muele para permitir una adecuada mezcla con los otros ingredientes y facilitar el posterior granulado. Debido a la molienda de los cereales es necesario administrar a los animales forraje, en general paja, de modo que consuman la cantidad de fibra necesaria para lograr un adecuado funcionamiento del rumen. En estas condiciones de cebo, sin embargo, el consumo de forraje es despreciable en comparación con el de pienso y, por ello, es recomendable incluir en el pienso algún aditivo para regular la fermentación ruminal y evitar trastornos digestivos y metabólicos.

Diferentes estudios han demostrado, por una parte, que el procesado de los cereales no mejora el índice de conversión de corderos criados en sistemas de cebo intensivo y, por otra, que puede suprimirse el forraje de la ración, siempre y cuando el cereal se administre entero (TAIT y BRYANT, 1973; CASTRILLO *et al.*,1989; HADJIPANAYIOTOU, 1990; MCCLURE *et al.*, 2000). La supresión del forraje, supone una ventaja económica, ya que permite reducir la mano de obra, pero, además, el empleo de cereal en grano también podría hacer innecesario el uso de aditivos para controlar el pH del rumen. Esta circunstancia es de gran importancia dadas las restricciones de la UE en cuanto al empleo de aditivos en la alimentación de los rumiantes.

Por otra parte, es obligado destacar que existen pocos estudios comparativos sobre el efecto del tipo de cereal, cuando se administra entero, sobre el rendimiento productivo y las características de la canal de los corderos.

Teniendo en consideración lo expuesto, el presente trabajo se ha planteado para estudiar el crecimiento y las características de la canal de corderos alimentados con piensos, caren-

tes de aditivos y elaborados con maíz o cebada entera, y suplementados o no con forraje.

Material y métodos

Animales y tratamientos experimentales

Se utilizaron 32 corderos de raza Merina, destetados a las 8 semanas de edad y con un peso medio de 17,0 kg (esm 0,49). Los corderos se distribuyeron en 8 lotes experimentales, de 4 animales cada uno, equilibrados para el peso vivo y la edad. Se asignaron, al azar, 2 lotes a cada uno de los siguientes tratamientos experimentales:

- Alimentación con paja de cebada y pienso C;
- Alimentación con pienso C;
- Alimentación con paja de cebada y pienso M;
- Alimentación con pienso M.

La composición de los piensos experimentales figura en el cuadro 1.

Desarrollo experimental

La duración total de la prueba fue de 37 días, divididos en dos períodos: 5 de período de adaptación y 32 de periodo experimental propiamente dicho. Al finalizar este último, todos los corderos fueron trasladados a un matadero, donde se sacrificaron después de un período de ayuno de 12 horas.

En los dos primeros días del período de adaptación, los corderos recibieron 50 g de paja de cebada y 300 g de avena. En los siguientes se fue sustituyendo, a razón de 100 g/día, la avena por el pienso experimental (C o M, según el grupo experimental). En aquellos grupos que no recibieron paja durante el experimento, el aporte de ésta también se redujo progresivamente.

A lo largo del experimento, se controló diariamente la ingestión de forraje y de pienso. La oferta diaria se calculó para permitir restos de 200 g/kg de alimento ingerido. Diariamente se tomaron muestras del alimento rehusado para determinar su contenido de materia seca. Las muestras de pienso rehusado pertenecientes a cada lote y

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de los piensos
Table 1. Ingredients and chemical composition of concentrates

	Pienso C	Pienso M
Ingredientes (%)		
Cebada	75,0	–
Maíz	–	75,0
Torta de soja	20,0	20,0
Melazas	2,0	2,0
Vitaminas y minerales	3,0	3,0
Composición química (g/kg)		
MS	955	945
MO	901	890
PB	206	157
FND	137	121

semana se mezclaron y se tomó una submuestra para determinar su contenido de nitrógeno y así poder estimar el índice de selección (IS) para la proteína bruta (IS = % de PB en la dieta seleccionada / % de PB en el pienso en oferta).

Los días 16 y 32 del experimento se midió el pH de la orina de cada uno de los corderos. Las muestras de orina se recogieron por la mañana, antes de administrar la comida, utilizando la técnica de la apnea transitoria para provocar la micción. Inmediatamente después de recoger la muestra, se midió el pH utilizando papel indicador (N-MULTISTIX® SG).

Los animales se pesaron dos días consecutivos al inicio del ensayo, para estimar el peso inicial, y posteriormente dos veces por semana hasta su traslado al matadero. Inmediatamente antes del sacrificio fueron nuevamente pesados (peso de sacrificio) y tras el mismo se registró el peso de la canal caliente. Después de 24 horas de oreo, se pesó de nuevo la canal, para estimar las pérdidas por oreo, se midió el pH y el color y se realizaron las siguientes medidas para determinar su morfología: longitud externa de la canal (K), longitud de la pierna (F), perímetro (B) y anchura (G) de la grupa y profundidad (Th) y anchura (Wr) del tórax, de acuerdo con el procedimiento descrito por COLOMER-ROCHER *et al.* (1988). El pH se midió en el músculo *longissimus dorsi thoracis* de la media canal derecha, utilizando un pHmetro con electrodo de penetración. Para medir el color se empleó un espectrocolorímetro MINOLTA CM-2002, utilizando el espacio de color CIE-L*a*b*. Las lecturas se realizaron por quintuplicado en la cara interna de la pierna (músculo *semimembranosus*), en la cara interna de la falda (músculo *rectus abdominus*) y en la grasa subcutánea, situada en la base de la cola.

Análisis químicos

Sobre las muestras de paja y de los piensos se llevó a cabo la determinación de materia seca (MS), cenizas, proteína bruta (PB; N x 6,25) y fibra neutro detergente (FND). En los restos de pienso se determinó únicamente su contenido de MS y PB. Las determinaciones de MS, cenizas y PB se realizaron siguiendo las normas de la AOAC (1999). El contenido de FND en el forraje se determinó utilizando la técnica de GOERING y VAN SOEST (1970). En el caso de los piensos se empleó la modificación propuesta por ROBERTSON y VAN SOEST (1981).

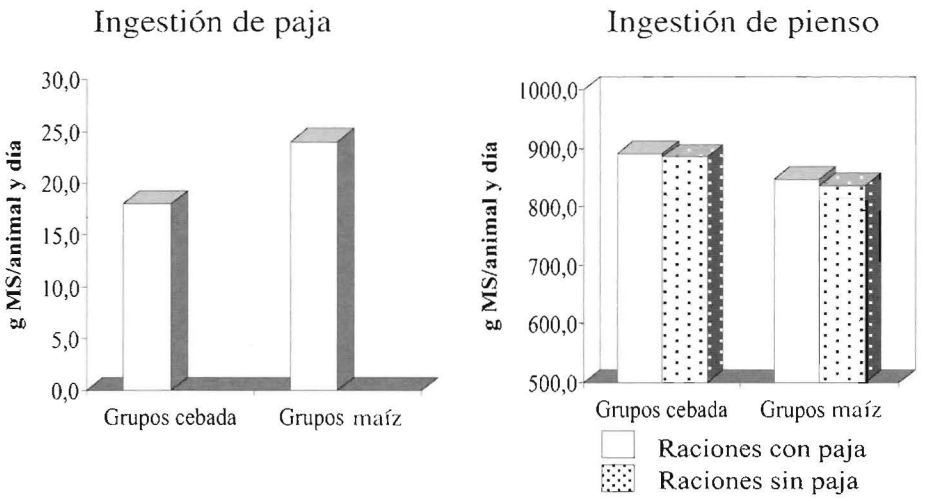
Análisis estadísticos

Los datos de ingestión, ganancia de peso, índice de conversión y características de la canal fueron sometidos a análisis de varianza para estudiar los efectos del tipo de cereal y de la supresión de paja de la ración. En el caso de los datos de índice de selección de la PB también se incluyó en el modelo la semana de experimento, para lo que se utilizó un modelo split-plot, considerando la semana como subplot. Los datos de pH de la orina se analizaron con el mismo modelo, considerando el día de muestreo como subplot. Para realizar los análisis se empleó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1989).

Resultados y discusión

Ingestión

En la figura 1 se presentan los valores medios de consumo de paja y de pienso para los diferentes tratamientos experimentales.



Análisis de varianza[1]

	C	F	C*F	RSD[2]
Ingestión de paja	ns	ns	ns	3,94
Ingestión de pienso	ns	ns	ns	113,4

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. Nivel significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.
2. RSD = desviaciones estándar residual.

Figura 1. Valores medios de la ingestión (g MS · animal^{-1} · día^{-1}) de paja y de pienso correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales.

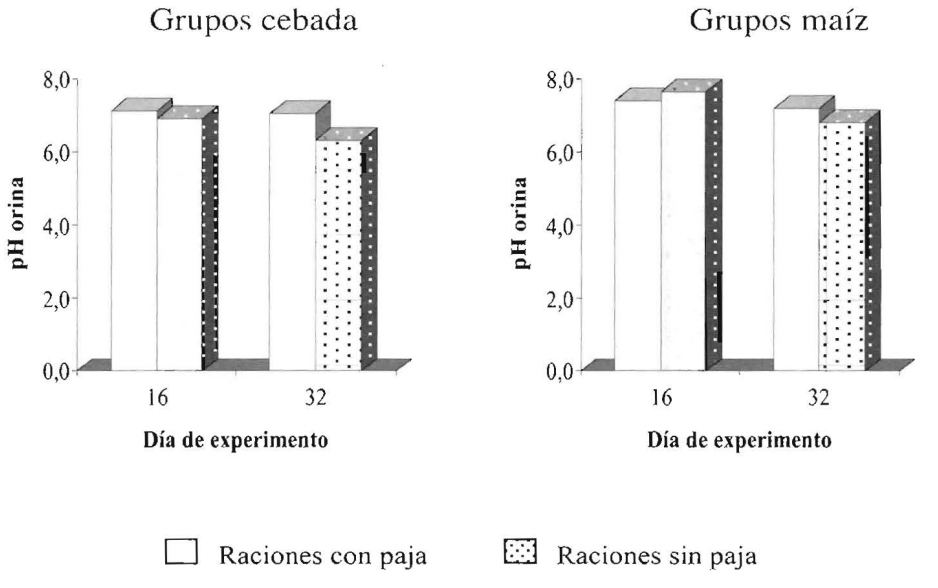
Figure 1. Mean values of straw and concentrate intakes (g DM · animal^{-1} · day^{-1}) for the different experimental treatments.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en el consumo de paja debidas al tipo de cereal empleado en la elaboración del pienso, siendo los valores medios de 18 (esm 5,1) y 24 (esm 5,8) g de MS · animal^{-1} · día^{-1} para los animales que recibieron el pienso C y M, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos por FERNÁNDEZ (2000), en corderos alimentados con piensos elaborados con cebada en grano, pero inferiores, en general, a los recogidos en la literatura para corderos alimentados con piensos elaborados con cereales molidos (CAÑEQUE *et al.*, 1987; MANSO *et al.*, 1998). CASTRILLO *et al.* (1989) también observaron que el consumo de paja es menor cuando se administra la cebada entera que cuando ésta se muele.

Este hecho podría indicar que las necesidades de fibra para el adecuado funcionamiento del rumen son menores cuando se administra el grano entero y, por lo tanto, las

condiciones del medio ruminal son mejores. En este sentido, diferentes autores señalan que el pH del medio ruminal y, en consecuencia, la digestibilidad de la fibra es mayor cuando se utiliza el grano de cebada entero en vez de molido o aplastado (FRASER y ORSKOV, 1974; ORSKOV *et al.*, 1974a; HADJIPANAYIOTOU, 1990). De hecho, en el presente estudio, los corderos que no recibieron paja no presentaron síntomas aparentes de trastornos digestivos. Además, ni la ingestión de pienso, ni el índice de transformación se vieron afectados significativamente ($P > 0,05$) por la supresión de forraje de la ración, lo que concuerda con la ausencia de trastornos digestivos.

Por otra parte, se ha observado que, cuando reciben dietas ricas en cereales, los corderos muestran preferencia por aquellos ingredientes que pueden atenuar la acidosis (PHY y PROVENZA, 1998). En consecuencia, de existir problemas de acidosis, los corderos, en el presente experimento, podrían haber selecciona-



Análisis de varianza[1]

	C	F	C*F	RSD[2]	D	C*D	F*D	C*F*D	RSD[3]
Significación	*	ns	ns	0,665	*	ns	ns	ns	0,608

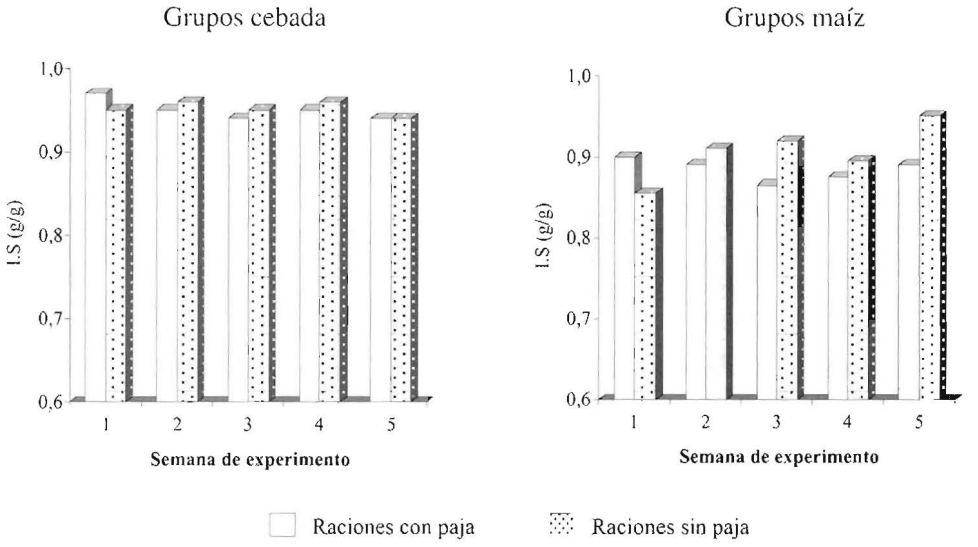
1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja; D: día de experimento. Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.
2. RSD para los efectos C, F y C*F.
3. RSD para el efecto del día y sus interacciones.

Figura 2. Valores medios del pH de la orina a los 16 y 32 días de experimento para cada uno de los tratamientos experimentales.

Figure 2. Mean values of urinary pH at days 16 and 32 for the different experimental treatments.

do los ingredientes del pienso, reduciendo el consumo de cereal. Sin embargo, tal y como sugieren los valores del índice de selección para la PB (ver figura 3), los corderos mostraron preferencia por el cereal. Es oportuno mencionar que los valores de pH de la orina, tal y como se puede apreciar en la figura 2, tampoco se vieron afectados significativamente (P > 0,05) por la supresión de forraje.

En relación con el pienso, el tipo de cereal empleado en su elaboración no influyó significativamente (P > 0,05) en el consumo (ver figura 1). ORSKOV *et al.* (1974b), en un experimento diseñado para evaluar el efecto del procesado de diferentes cereales, no encontraron diferencias en la ingestión de pienso elaborado con cebada o maíz sin procesar. Por otra parte, los valores de ingestión obtenidos en el presente estudio se encuentran dentro del rango de valores recogidos en la literatura para corderos y piensos de características similares (ORSKOV *et al.*, 1974b; CASTRILLO *et al.*, 1989; BRUSA, 1998).



Análisis de varianza[1]

	C	F	C*F	RSD[2]	S	C*S	F*S	C*F*S	RSD[3]
Significación	T	ns	ns	0,153	ns	ns	*	ns	0,023

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja; S: semana de experimento. Nivel de significación: ns P > 0,05; * P < 0,05.
2. RSD para los efectos C, F y C*F.
3. RSD para el efecto de la semana y sus interacciones.

Figura 3. Valores medios del índice de selección para la proteína bruta (IS, g de PB en el pienso ingerido/g de PB en el pienso ofertado) correspondiente a los diferentes tratamientos experimentales.
Figure 3. Mean values of crude protein selection index (IS, g CP in the consumed concentrate/g CP in the offered concentrate) for the different experimental treatments.

En coincidencia con los resultados obtenidos por ORSKOV *et al.* (1974b), el análisis del pienso no consumido puso de manifiesto que los animales seleccionaron entre los diferentes ingredientes, de manera que la dieta ingerida presentó un contenido de proteína bruta inferior al del pienso en oferta (ver figura 3). Estudios relativamente recientes sugieren que los corderos pueden seleccionar la dieta para cubrir de forma adecuada sus necesidades de proteína (KYRIAZAKIS y OLDHAM, 1993). Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que la regulación de la ingestión de proteína no parece ser un factor fundamental en la selección de dieta. De hecho, la diferencia en el contenido de proteína bruta fue más acusada entre las dietas seleccionadas que entre los piensos ofertados (216 vs 166 g de PB/kg de MS para los piensos C y M, respectivamente y 206 (esm 1,1) vs 146 (esm 1,6) g de PB/kg de MS para la dieta seleccionada por los animales que recibieron el pienso C y M, respectivamente). Ahora bien, a la hora de interpretar estos resultados hay que tener en cuenta que puede existir una gran variabilidad entre corderos en la selección de dieta (SCOTT y PROVENZA, 1999). En el presente estudio, los animales se criaron en lotes, por lo que se desconoce si todos ellos presentaron el mismo comportamiento. No obstante, cabe mencionar que dentro de cada lote se observaron diferencias importantes en el ritmo de crecimiento [CV= 16% (esm 2,8)] y, por tanto, en sus necesidades de energía y de proteína, circunstancia que pudo haber influido en la selección de dieta.

Ganancia de peso e índice de conversión

En el cuadro 2 se presentan los valores medios de la ganancia diaria de peso y del índice de conversión para los diferentes tratamientos experimentales. Como puede observarse, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) debidas a los factores estudiados en ninguno de los parámetros.

La ausencia de efecto debida a la supresión de forraje de la ración parecería lógica dado que tampoco se observaron diferencias en la ingestión. Este argumento, sin embargo, no es válido para interpretar los resultados relacionados con el tipo de cereal empleado,

Cuadro 2. Valores medios de la ganancia diaria de peso (g · animal^{-1} · día^{-1}; GDP) y del índice de conversión (g alimento/g GDP; IC) correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

Table 2. Mean values of daily live-weight gain (g · lamb^{-1} · day^{-1}; GDP) and feed conversion (g feed/g GDP; IC) for the different experimental treatments

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	C*F
GDP	306	300	267	297	46,48	ns	ns	ns
IC	3,0	2,9	3,3	2,8	0,23	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0.05$.

ya que si bien no hubo diferencias en la ingestión de materia seca, sí las hubo en la ingestión de energía y de proteína. A este respecto, cabe señalar que la relación proteína/energía es menor en el pienso M que en el C (13 *vs* 19 g de PB/MJ de EM) y cabe suponer, tal y como sugiere el índice de selección para la PB, que estas diferencias fueron todavía más acusadas en las dietas seleccionadas.

Se sabe que la relación proteína/energía de la dieta puede influir en la composición química y, por ende, en el valor energético de la ganancia de peso. En general y dentro de ciertos límites, a medida que disminuye esta relación aumenta la proporción de grasa en la ganancia de peso y, por tanto, una mayor cantidad de energía es necesaria para obtener la misma ganancia de peso (ANDREWS y ORSKOV, 1970a,b; ORSKOV *et al.*, 1971; MENDIZÁBAL y SORET, 1997; LAWRENCE y FOWLER, 1997; MANSO *et al.*, 1998). Los resultados del presente estudio posiblemente son consecuencia de este principio biológico. De hecho, las diferencias en el rendimiento a la canal sugieren diferencias en el grado de engrasamiento de los corderos (ver cuadro 3).

Los índices de conversión obtenidos en el presente estudio se encuentran también dentro del rango de valores señalados en la literatura para corderos alimentados con piensos elaborados con cereales molidos o aplastados (ORSKOV *et al.*, 1974b; FRASER y ORSKOV, 1974; MANSO *et al.*, 1998; LÓPEZ y LÓPEZ, 1999). En el ganado vacuno se admite que el procesado de los cereales, en general, mejora su digestibilidad (MACLEOD *et al.*, 1972; MORGAN y CAMPLING, 1978; ORSKOV, 1979; HIRONAKA *et al.*, 1992). Aunque en el ganado ovino existen datos contradictorios, la mayoría de los trabajos ponen de manifiesto que no es necesario moler los cereales para lograr una utilización adecuada de los mismos (LODGE, 1966; TAIT y BRYANT, 1973; ORSKOV *et al.*, 1974b; CAÑEQUE *et al.*, 1987; VIPOND *et al.*, 1985; ECONOMIDES *et al.*, 1989; HADJIPANAYIOTOU, 1990). Algunos

Cuadro 3. Valores medios del peso vivo de sacrificio (PVS, kg/animal), del peso de la canal caliente (PCC, kg/animal), de las pérdidas por oreo (PO, %), del rendimiento comercial (RC, %) y del pH de la canal (pH) correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

Table 3. Mean values of slaughter weight (PVS, kg/lamb), hot carcass weight (PCC, kg/animal), carcass weight losses during chilling (PO, %), commercial yield (RC, %) and carcass pH for the different experimental treatments

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	CxF
PVS	26,1	26,4	25,5	26,4	1,47	ns	ns	ns
PCC	12,3	12,5	12,6	12,9	0,44	*	ns	ns
PO	2,6	2,8	2,6	2,6	0,23	ns	ns	ns
RC	45,9	46,5	47,0	48,2	1,66	*	ns	ns
pH	5,5	5,6	5,5	5,6	0,09	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.

artículos apuntan incluso que el índice de conversión es peor cuando se administran los cereales molidos o aplastados, en vez de enteros (TAIT, 1971; FRASER *et al.*, 1974; CASTRILLO *et al.*, 1989).

Rendimiento y características de la canal

En las tablas 3, 4 y 5 se recogen los valores medios de los parámetros relativos a la canal para los diferentes tratamientos experimentales. Al igual que para los parámetros discutidos anteriormente, todos ellos se encuentran dentro del rango de valores recogidos en la literatura para corderos de raza Merina criados en sistemas de cebo intensivo (MANSO *et al.*, 1998; LÓPEZ y LÓPEZ, 1999; VERGARA *et al.*, 1999).

Respecto a los tratamientos experimentales, cabe destacar que únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en el peso de la canal caliente, el rendimiento comercial y el índice de compacidad de la canal atribuibles al tipo de cereal empleado. En los tres casos, los mayores valores correspondieron a los corderos que consumieron el pienso elaborado con maíz.

Las diferencias encontradas probablemente estén relacionadas con el mayor consumo de energía por parte de los corderos que recibieron maíz. En animales de aptitud cárnica, la grasa se deposita fundamentalmente en la canal, siendo el depósito de grasa intermuscular el que se desarrolla de manera más precoz (MENDIZÁBAL y SORET, 1997). En consecuencia, si hubo diferencias en la

Cuadro 4. Valores medios de la longitud externa de la canal (K, cm), longitud de la pierna (F, cm), perímetro (B, cm) y anchura (G, cm) de la grupa, anchura (Wr, cm) y profundidad (Th, cm) del tórax, índice de compacidad (PCF/K, g/cm) y relación grupa-pierna (G/F) correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

Table 4. Mean values of carcass external length (K, cm), pelvic limb length (F, cm), buttock perimeter (B, cm) and length (G, cm) and chest width (Wr, cm) and depth (Th, cm), carcass weight to carcass external length (PCF/K, g/cm) and buttok length to pelvic limb length (G/F) ratios for the different experimental treatments

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	CxF
K	47,6	47,8	46,7	47,8	1,31	ns	ns	ns
F	26,6	26,8	26,2	27,0	1,03	ns	ns	ns
B	49,9	51,4	49,7	50,0	0,99	ns	ns	ns
G	15,1	15,6	15,6	15,1	0,61	ns	ns	ns
Wr	17,6	17,4	17,3	16,6	1,24	ns	ns	ns
Th	22,6	23,0	22,9	23,0	1,71	ns	ns	ns
PCF/K	252	253	262	263	11,52	*	ns	ns
G/F	0,58	0,57	0,56	0,59	0,033	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.

síntesis de grasa entre tratamientos experimentales, atribuibles a la diferente ingestión de energía, éstas se reflejarían en el peso de la canal y, en consecuencia, en el rendimiento y en el índice de compacidad de la canal.

En lo que respecta al color, se sabe que este parámetro, especialmente en la grasa, puede variar con la dieta consumida por los animales, debido fundamentalmente a las diferencias entre alimentos en su contenido de carotenos y xantofilas (FORREST, 1981; YANG *et al.*, 1992). En general, el maíz presenta un mayor contenido de estos pigmentos que la cebada (MCDONALD *et al.*, 1995), por lo que, *a priori*, podría esperarse un efecto del tipo de cereal consumido en el color de la canal. En este estudio, sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en ninguno de los parámetros de color de la carne ni de la grasa (ver cuadro 5).

Es posible que la diferencia en la ingestión de pigmentos haya sido compensada por una mayor síntesis de grasa en los corderos que consumieron maíz. No obstante, es obligado mencionar que, a diferencia de otras especies, la ovina no acumula grandes cantidades de estos pigmentos (HORCADA, 1996), por lo que, dentro de cierto rango, diferencias en el consumo de pigmentos no provocaría diferencias en las características de color de la canal. De todas formas, los resultados obtenidos deben tomarse con precaución, en especial en lo que a la grasa se refiere, ya que su acumulación en la base de la cola podría haber sido insuficiente para obtener estimaciones fiables del color.

Cuadro 5. Valores medios de los parámetros L*a*b* de los músculos *semimembranosus* y *rectus abdominus* y de la grasa subcutánea correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales

*Table 5. Mean values of L*a*b* parameters of the muscles* semimembranosus *and* rectus abdominus *and of the subcutaneus fat for the different experimental treatments*

	Pienso con cebada		Pienso con maíz		Análisis de varianza[1]			
	Con paja	Sin paja	Con paja	Sin paja	RSD	C	F	CxF
M. semimembranosus								
L*	43,8	43,4	43,3	43,2	2,15	ns	ns	ns
a*	11,6	11,9	12,8	12,4	1,82	ns	ns	ns
b*	8,5	8,1	9,1	8,8	1,49	ns	ns	ns
M. rectus abdominus								
L*	46,4	47,2	47,3	46,3	1,95	ns	ns	ns
a*	10,6	10,1	11,0	11,5	1,49	ns	ns	ns
b*	5,4	5,4	5,6	5,3	1,36	ns	ns	ns
Grasa subcutánea								
L*	66,2	66,7	66,3	65,2	2,48	ns	ns	ns
a*	3,8	3,8	3,6	4,0	1,20	ns	ns	ns
b*	11,5	11,8	9,8	11,4	1,57	ns	ns	ns

1. Fuentes de variación: C: efecto del tipo de cereal en el pienso; F: efecto de la suplementación con paja. RSD = desviación estándar residual; Nivel de significación: ns $P > 0,05$; * $P < 0,05$.

Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren que no es necesario administrar paja a los corderos cuando se utiliza el cereal en grano. Desde el punto de vista de la eficiencia de utilización, tampoco parece necesario moler los cereales. No obstante, los corderos pueden seleccionar los ingredientes del pienso y, en condiciones prácticas de explotación, podrían producirse diferencias importantes entre animales del mismo lote en la composición de la dieta consumida y, por ende, en la ingestión de nutrientes, en la ganancia diaria de peso y en la calidad de la canal.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en colaboración con las empresas INATEGA, S.A. y CORDECEBO, S.A. y con la financiación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (Proyecto 1FD1997-1898). Roberto Landa agradece a la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Tandil, Argentina) la beca que ha disfrutado para la realización de los estudios de doctorado.

Bibliografía

ANDREWS R.P., ORSKOV E.R., 1970a. The nutrition of the early weaned lamb. I. The influence of protein concentration and feeding level on rate of gain in body weight. J. agric. Sci., Camb., 75, 11-18.

ANDREWS R.P., ORSKOV E.R., 1970b. The nutrition of the early weaned lamb. II. The effect of dietary protein concentration, feeding level and sex on body composition at two live weights. J. agric. Sci., Camb., 75, 19-26.

AOAC, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. (16th edition). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

BRUSA C.M., 1998. Crecimiento y composición corporal de corderos de raza merina durante el cebo intensivo: efecto de la inclusión de una etapa previa de pastoreo y del suplemento proteico administrado. Tesis Doctoral. Universidad de León.

CAÑEQUE V., LAUZURICA S., GUÍA E., 1987. Empleo de la cebada entera en el engorde de corderos de ambos sexos sacrificados a distintos pesos. ITEA Prod. Anim., 1, 162-164.

CASTRILLO C., GUADA J.A., GASA J., 1989. Efecto del procesado de la cebada y la inclusión de paja en la dieta sobre la utilización por los corderos en cebo. Inves. Agr.: Prod. Sanid. Anim, 4, 111-119.

COLOMER-ROCHER F., DELFA R., SIERRA I., 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Cuadernos INIA, 17, 19-41.

ECONOMIDES S., GEORGHIADES E., KOUMAS A., HADJIPANAYIOTOU M., 1989. The effect of cereal processing on the lactation performance of Chios sheep and Damascus goats and the pre-weaning growth of their offspring. Anim. Feed Sci. Tech., 26, 93-104.

FERNÁNDEZ M., 2000. El desarrollo testicular, la espermatogénesis, la capacidad de servicio y los niveles plasmáticos de LH, FSH y testosterona en corderos y moruecos Assaf en relación con los aportes dietéticos de proteína metabolizable. Tesis Doctoral. Universidad de León.

FORREST J.C., 1981. Effect of high concentrate feeding on the carcass quality and fat coloration of grass-reared steer. Can. J. Anim. Sci., 61: 575-580.

FRASER C., ORSKOV E.R., 1974. Cereal processing and food utilization by sheep. 1. The effect of processing on utilization of barley by early-weaned lambs. Anim. Prod., 18, 75-83.

GOERING M.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Handbook, N°379. Agricultural Research Service, USDA. Washington, USA.

HADJIPANAYIOTOU M., 1990. Effect of grain processing on the performance of early-weaned lambs and kids. Anim. Prod., 51, 565-572.

HIRONAKA R., BEAUCHEMIN K.A., LYSYK T.J., 1992. The effect of thickness of steam-rolled barley on its utilization by beef cattle. Can. J. Anim. Sci., 72, 279-286.

HORCADA A., 1996. Calidad de la carne de los corderos de las razas Lacha y Aragonesa. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Pamplona. España.

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. Br. J. Nutr., 69, 617-629.

LAWRENCE T.L.J., FOWLER V.R., 1997. Growth of farm animals. CAB International, Wallingford, UK.

LODGE G.A., 1966. Feeding indoor sheep. Agriculture, 73, 113-117.

LÓPEZ M.M., LÓPEZ F., 1999. Efectos de las pautas de alimentación en el cebo de corderos merinos y sus repercusiones en la canal. ITEA Producción animal, 20, 143-145.

MACLEOD N.A., MACDEARMID A., KAY M., 1972. A note on the use of field beans (Vicia Faba) for growing cattle. Anim. Prod., 14, 111-113.

MANSO T., MANTECÓN A.R., GIRÁLDEZ F.J., LAVÍN P., CASTRO T., 1998. Animal performance and chemical body composition of lambs fed diet with different protein supplements. Small Rum. Res., 29, 185-191.

MCCLURE K.E., SOLOMON M.B., LOERCH S.C., 2000. Body weight and tissue gain in lambs fed an all-concentrate diet and implanted with trembolone acetate or grazed on alfalfa. J. Anim. Sci., 78, 1117-1124.

MCDONALD P., EDWARDS R.A., GREENHALGH J.F.D., MORGAN C.A., 1995. Nutrición Animal. (quinta edición). 990 pp. Ed. Acribia S.A. España.

MENDIZABAL J.A., SORET B., 1997. Desarrollo del tejido graso en corderos en crecimiento. Ovis, 50, 59-74.

MORGAN C.A., CAMPLING R.C., 1978. Digestibility of whole barley and oats grains by cattle of different ages. Anim. Prod., 27, 323-329.

ORSKOV E.R., 1979. Recent information on processing of grain for ruminants. Livestock Prod. Sci., 6, 335-347.

ORSKOV E.R., FRASER C., GORDON J.G., 1974a. Effects of processing of cereal on rumen fermentation, digestibility, rumination time, and firmness of subcutaneous fat in lambs. Br. J. Nutr., 32, 59-69.

ORSKOV E.R., FRASER C., MCHATTIE. I., 1974b. Cereal processing and food utilization by sheep. 2. A note on the effect of feeding unprocessed barley, maize, oats and wheat on food utilization by early-weaned lambs. Anim. Prod., 18, 85-88.

ORSKOV E.R., MCDONALD I., FRASER C., CORSE E.L., 1971. The nutrition of the early weaned lamb. II. The effect of ad libitum intake of diets varying in protein concentration on performance and on body composition at different live weights. J. agric. Sci., Camb., 77, 351-361.

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. J. Anim. Sci., 76, 1578-1583.

ROBERTSON J.B., VAN SOEST P.J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: The Analysis of Dietary Fiber in Food. pp.: 123-158. (Ed. W.P.T. James and O. Theander). Marcel Dekker. New York, USA.

SAS 1989. SAS/STAT® User's Guide Int. (Version 6, 4th Edn.). SAS Institute Inc., Cary, N.C.

SCOTT L.L., PROVENZA F.D., 1999. Variation in food selection among lambs: Effects of basal diet and foods offered in a meat. J. Anim. Sci., 77, 2391-2397.

TAIT R.M., 1971. Effect of grain processing on performance of early weaned lambs. Can. J. Anim. Sci., 51, 820-821.

TAIT R.M., BRYANT R.G., 1973. Influence of energy and physical form of all-concentrate rations on early weaned lambs. Can. J. Anim. Sci., 53, 89-94.

VERGARA H., FERNÁNDEZ C., GALLEGO L., 1999. Efecto del genotipo (Manchego, Merino, Ile de France x Merino) sobre la calidad de la canal de corderos. Invest. Agr.: Prod. Sanid. anim, 14, 5-14.

VIPOND J.E., HUNTER E.A., KING M.E., 1985. The utilization of whole and rolled cereals by ewes. Anim. Prod., 40, 297-301.

YANG A., LARSEN T.W., TUME R.K., 1992. Carotenoid and retinol concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle. Aust. J. Agric. Res., 43, 1809-17.

(Aceptado para publicación el 10 de enero de 2002).