

Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas

Productive performance and carcass characteristics in lambs from crosses between Katahdin ewes and rams from four specialized meat breeds

Edith Tatiana Vázquez Soria^a, José Armando Partida de la Peña^b, Ma. Salud Rubio Lozano^a, Danilo Méndez Medina^a

RESUMEN

Se evaluó el desempeño productivo y las características de la canal en corderos procedentes de la cruce de borregas Katahdin (K) con sementales Suffolk (S), Texel (T), Charollais (Ch) y Dorper (D). Se emplearon 200 borregas que se distribuyeron aleatoriamente en cuatro lotes de 50, las cuales fueron inseminadas por laparoscopia con semen fresco. Las crías se pesaron al nacimiento, destete y cada 30 días hasta la matanza. Todos los animales recibieron una dieta integral con 14 % de proteína cruda (PC) y 2.9 Mcal EM/kg MS. A los 137±3 días de edad, se sacrificaron 10 corderos de cada tratamiento para valorar en la canal la morfometría, la clasificación, el rendimiento, el pH 24 h, el color en músculo y grasa perirrenal, así como el índice de compacidad de la canal y las dimensiones del músculo *L. dorsi*. Además, se determinó la composición tisular de la espaldilla. Los datos obtenidos se analizaron como un diseño completamente al azar. Los animales KCh lograron el mayor peso de matanza (46.61±8.50 kg) a los 137 días de edad, seguidos por la cruce KD, KS y KT en orden descendente. No se presentaron diferencias ($P>0.05$) entre KCh, KD y KS en la clasificación, conformación, rendimiento, área del ojo de chuleta e índice de compacidad de la canal, pero todos ellos superaron ($P<0.05$) a KT en esas mismas variables. Las cruces KD, KS y KT presentaron mayor porcentaje de músculo (64.72±1.77 %) y menor cantidad de grasa (13.83±2.80 %) en promedio ($P<0.05$) que KCh (61.07±2.60 y 18.10±3.30 %, respectivamente).

PALABRAS CLAVE: Corderos, Cruzamiento, Ganancia de peso, Características de la canal.

ABSTRACT

Productive performance and carcass characteristics were evaluated in lambs from crosses between Katahdin (K) ewes and Suffolk (S), Texel (T), Charollais (Ch) and Dorper (D) rams. Two hundred ewes were distributed randomly into four lots of 50 animals each, and laparoscopically inseminated with fresh semen from one of the four sire breeds. Lambs were weighed at birth, weaning and every 30 d until slaughter. All animals received a diet with 14% CP and 2.9 Mcal ME/kg DM. At 137±3 d of age, ten lambs were slaughtered from each treatment to measure carcass morphology, classification, grade, final pH, *Longissimus dorsi* area and muscle and fat color. Carcass blockiness index (weight (kg)/length (cm)) was calculated and left shoulder tissue composition determined by dissection. Data were analyzed using a completely randomized design. The KCh animals exhibited the highest slaughter weight (46.61±8.50), followed by the KD, KS and KT crosses. No differences ($P>0.05$) were present between KCh, KD and KS in the classification and conformation scores, carcass yield, rib-eye area and carcass blockiness index, but all these crosses exceeded ($P<0.05$) KT in these variables. Differences were found ($P<0.05$) in tissue composition between crosses, with the KD, KS and KT genotypes having more muscle (64.72±1.77 %) and less fat (13.83±2.80 %) on average than the KCh crosses (muscle= 61.07±2.60 %; fat= 18.10±3.30 %).

KEY WORDS: Lamb, Crossbreeding, Daily gain weight, Carcass characteristics.

Recibido el 30 de agosto de 2010. Aceptado el 17 de enero de 2011.

^a Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

^b Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, km 1 Carretera a Colón, 76280 Ajuchitlán, Qro. Teléfono (419) 2 92 00 36 extensión 109. partida.jose@inifap.gob.mx. Correspondencia al segundo autor.

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura mexicana ha tenido un desempeño muy dinámico durante los últimos años, manteniendo un ritmo de crecimiento de sus inventarios superior al 3.5 % anual, lo que le ha permitido pasar de 6'045,999 de cabezas en el año 2000 a 7'757,267 en 2008⁽¹⁾. Así mismo, la producción de carne ha evolucionado positivamente, manteniendo una tasa de crecimiento anual del 6.7 % en promedio, por lo que se elevó el volumen nacional de 33,390 t de carne en canal durante el año 2000 a 51,275 t en 2008⁽²⁾. Esta reactivación de la productividad ovina mexicana también se ha visto reflejada en una mayor integración de la producción primaria con los eslabones de transformación, procesamiento y comercialización de la cadena cárnica, así como en la diversificación de productos y subproductos ovinos, tales como cortes finos de cordero, carne frías, embutidos, barbacoa y mixiotes enlatados⁽³⁾, y en la forma de preparación del borrego para su consumo (cordero al pastor, al ataúd, lechal, birria de borrego, etc.)⁽⁴⁾. Por su parte, el consumo nacional aparente de carne ovina, alcanzó 87,740 t anuales durante el periodo comprendido entre 2000 y 2007, de las cuales alrededor de 57 % fue de producción nacional y 43 % de importación^(3,5). Esto evidencia que a pesar del mejor desempeño que ha tenido la ovinocultura mexicana, todavía se mantiene un déficit de carne requerida para satisfacer las necesidades del consumo interno, que se cubre con importaciones de carne procedentes de Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y más recientemente de Chile y Uruguay.

Este déficit superior al 40 % de la demanda de carne ovina que tiene el país, ofrece la oportunidad a los productores mexicanos de colocar más de 37,000 t de carne en el mercado nacional, vigorizando la productividad de sus empresas y evitando la salida de divisas por este concepto. Pero para lograr esto, se requiere mejorar la eficiencia de los sistemas de producción y obtener un producto de muy buena calidad, que pueda competir con los importados. Todo lo anterior, genera la necesidad de tecnologías que contribuyan a incrementar la productividad animal, a mejorar los atributos de la canal y a incrementar la calidad

INTRODUCTION

Lamb production in Mexico has performed dynamically in recent years, with annual inventory increases of 3.5 %; overall population has grown from 6'045,999 heads in 2000 to 7'757,267 in 2008⁽¹⁾. Meat production has increased by an average of 6.7 % annually, growing from 33,390 t meat on the carcass in 2000 to 51,275 t in 2008⁽²⁾. The recovery of the meat industry has been reflected in greater integration between primary production and the transformation, processing and marketing links of the meat production chain. It has also led to diversification in lamb products and by-products, including steaks, cold cuts, sausages, barbeque and canned meat⁽³⁾, as well as the ways these are prepared⁽⁴⁾. National annual lamb consumption was 87,740 t in 2007, of which 57 % is produced domestically and 43 % is imported^(3,5). Clearly, domestic production remains insufficient to supply demand, requiring imports from Australia, New Zealand, the United States, and more recently Chile and Uruguay, to cover the shortfall.

This 40+ % shortfall offers an opportunity for lamb producers in Mexico to supply more than 37,000 t of lamb to the domestic market, thus revitalizing their companies and preventing potential income loss to foreign producers. To attain this goal, however, they will need to improve production system efficiency and produce a high quality product that can compete with imported lamb. Technologies are needed to increase animal productivity, and improve carcass characteristics and meat quality to meet domestic market demands. The present study objective was to evaluate growth performance and carcass characteristics in lambs grown under intensive conditions and produced from crosses between Katahdin (hair breed) ewes and sires from four specialized meat breeds (Charollais, Dorper, Suffolk and Texel). The Katahdin breed offers robusticity, high adaptive capacity and good reproductive traits, while the meat breeds have greater productive efficiency, better carcass conformation and superior meat qualities.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted between April and February at a commercial production facility located

de la carne para satisfacer las exigencias del mercado nacional. Por todo ello, se desarrolló el presente trabajo con el propósito de evaluar, en condiciones intensivas, el desempeño productivo y las características de la canal de corderos originados por el cruzamiento de ovejas de pelo (Katahdin) con sementales de cuatro razas cárnicas especializadas (Charollais, Dorper, Suffolk y Texel), aprovechando la rusticidad, alta capacidad de adaptación y buenas cualidades reproductivas de las hembras, y combinándolas con una mayor eficiencia productiva, una mejor conformación de la canal y las cualidades cárnicas superiores de las razas paternas seleccionadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre los meses de abril y febrero en el predio de un productor cooperante, que se encuentra localizado en el municipio de Colón, Qro., cuenta con clima BSk templado seco, precipitación anual de 450 mm, temperatura media anual de 15 a 19 °C⁽⁶⁾ y a 1,962 msnm⁽⁷⁾. En el trabajo se emplearon 200 borregas de raza Katahdin (K) con 5.61 ± 2.44 partos en promedio y una edad de 50.65 ± 18.06 meses. Las hembras seleccionadas se distribuyeron aleatoriamente en cuatro lotes de 50 animales cada uno. Con objeto de tener pariciones uniformes, todas las hembras fueron sincronizadas con la implantación de esponjas intra-vaginales de progesterona, seguida de la aplicación de FSH y posteriormente inseminadas (por laparoscopia) con semen fresco de carneros de las razas Suffolk (S), Texel (T), Charollais (Ch) y Dorper (D). Para tener mayor representatividad de cada raza se empleó semen de, al menos, cinco sementales distintos que no estaban emparentados entre sí. Previamente a la inseminación de las borregas y durante ésta, se realizó la evaluación de la calidad del semen.

Se registró el peso de las crías al nacimiento, al destete y posteriormente cada cuatro semanas hasta alcanzar la edad de matanza (137 días). Entre el nacimiento y el destete todos los corderos recibieron un alimento comercial (creep feeding). El destete se realizó a los 64 ± 2 días, después de lo cual, se separaron los corderos machos por tipo de

in Colon municipality, Queretaro State, Mexico. Climate in the region is BSk dry temperate, average annual rainfall is 450 mm, mean annual temperature is 15 to 19 °C⁽⁶⁾ and altitude is 1,962 m asl⁽⁷⁾. Katahdin (K) ewes (n=200) with an average of 5.61 ± 2.44 parturitions and an average age of 50.65 ± 18.06 mo were used for the experiment. Ewes were randomly distributed into four lots of 50 animals each. Parturition timing was synchronized by implanting of intravaginal progesterone sponges followed by application of FSH, and laparoscopic insemination with fresh semen from Suffolk (S), Texel (T), Charollais (Ch) or Dorper (D) sires. Greater representativeness within each sire breed was attained by using semen from at least five different, unrelated rams. Semen quality was evaluated before and during insemination.

Lamb weight was recorded at birth, weaning, and every four weeks thereafter until reaching terminal age (137 d). A commercial feed (creep feeding) was given to the lambs from birth to weaning. Lambs were weaned at 64 ± 2 d, after which males were separated out by genotype. All animals were handled under the same conditions and housed in partially roofed, earthen floor pens (approx. 150 m²). After weaning, the animals were fed *ad libitum* with a complete diet meeting NRC recommendations and formulated to provide 14.0% crude protein (CP) and 2.9 Mcal ME/kg DM: 51.0% sorghum; 4.8% soya paste; 14.0% molasses; 8.0% sorghum hay; 9.2% dried alfalfa; 10.0% canola paste; 3.0% mineral premix (minimum of 16.0% calcium, 1.2% phosphorous, 2.0% sulphur, 17.0 mg/kg selenium, 2.0 g/kg zinc and 160,000 IU/g vitamin A). Feed intake was estimated and daily weight gain calculated.

At 137 ± 3 d of age, 10 lambs were chosen from each cross and slaughtered at a Federal Inspected slaughterhouse (TIF No. 412, San José el Alto, Queretaro, Mexico). The exception was the KCh cross, for which only nine animals were slaughtered. Once gutted and skinned, hot carcasses weight was obtained and then stored for 24 h in a refrigerated (0 to 4 °C) room. Carcass classification was done according to the Mexican national norm (NMX-

cruzamiento. Todos los animales fueron sometidos a las mismas condiciones de manejo y se alojaron en corrales con piso de tierra, parcialmente techados, de aproximadamente 150 m². Después del destete se alimentaron con una dieta integral elaborada con sorgo (51.0 %), pasta de soya (4.8 %), melaza (14.0 %), paja de sorgo (8.0 %), alfalfa achicalada (9.2 %), pasta de canola (10.0 %) y premezcla mineral (3.0 %), que fue formulada para proporcionar 14.0 % de PC y 2.9 Mcal de EM/kg MS de acuerdo con las recomendaciones del NRC, la cual se proporcionó *ad libitum*. La premezcla fue elaborada con un mínimo de 16.0 % de calcio, 1.2 % de fósforo, 2.0 % de azufre, 17.0 mg/kg de selenio, 2.0 g/kg de zinc y 160,000 UI/g de vitamina A. Se estimó el consumo de alimento y se determinaron las ganancias diarias de peso.

Al cumplir 137 ± 3 días de edad, se seleccionaron 10 corderos de cada cruzamiento para ser sacrificados en el rastro TIF No. 412 de "San José el Alto", Qro. En el caso de los cruzamientos con Charollais, sólo se evaluaron nueve animales por causa del productor cooperante. Después del eviscerado y desollado de los animales, las canales se pesaron y se introdujeron (durante 24 h) en una cámara de refrigeración mantenida a una temperatura de 0 a 4 °C. Se realizó la clasificación de la canal de acuerdo con la Norma NMX-FF-106-SCFI-2006, para la conformación se realizó un ajuste con los valores siguientes: Excelente 5-6; Buena 3-4 y Deficiente 1-2. El espesor de la grasa de cobertura se midió a la altura de la doceava costilla, a 4 cm de la línea media dorsal. Se calculó el rendimiento comercial en canal caliente y fría (peso de la canal/peso de sacrificio x 100). Se pesaron el rumen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grueso llenos y vacíos para conocer el peso vivo vacío y determinar el rendimiento verdadero en canal (peso de la canal/peso vivo vacío x 100). Se efectuó la morfometría de la canal y se calculó su índice de compacidad dividiendo el peso (kg) entre la longitud (cm). Para determinar la superficie del músculo *Longissimus dorsi* se hizo un corte entre la 12^a y 13^a vértebra torácica; utilizando un plumón de punta fina se dibujó el contorno de dicho músculo en papel acetato y posteriormente se midió la superficie muscular con

FF-106-SCFI-2006) and carcass conformation graded using the scale: Excellent= 5-6; Good= 3-4; and Deficient= 1-2. Fat thickness was measured at the twelfth rib, 4 cm from dorsal mid line. Hot and cold retail carcass yields were calculated (carcass weight / weight at death x 100). After carcass morphometry was completed, the blockiness index was calculated (weight (kg) / length (cm)). *Longissimus dorsi* muscle surface was measured by cutting between the 12th and 13th thoracic vertebrae, outlining the muscle cross-section on acetate paper using a fine-point pen and measuring the indicated surface area with a digital planimeter (Planix® 6). The largest diameter was measured medio-laterally (A) and the smallest dorso-ventrally (B).

Tissue composition was measured by first extracting the left butt, storing it at -18 °C until final dissection, and then separating and quantifying muscle, fat and bone+waste. Data were analyzed with a completely random design using the GLM procedure in the SAS statistical package⁽⁸⁾. Means comparison was done with a Tukey test⁽⁹⁾.

RESULTS AND DISCUSSION

Antemortem measurements

Daily feed intake averaged 1.318 ± 0.175 kg per head during the study period, with no differences ($P > 0.05$) between the four crosses. This rate is standard for young fast potential growth lambs⁽¹⁰⁾. It coincides with the 1.300 kg daily intake rate observed in a study F1 lambs from crosses between hair breed ewes and European breed sires fed complete diets with ingredients similar to those in the present study^(11,12).

Weight by period and average daily weight gain differed ($P < 0.01$) between the crosses, with the highest values observed in the KCh genotype (4.61 ± 0.80 kg at birth; 20.85 ± 4.80 at weaning; and 46.61 ± 8.50 kg at slaughter), followed by the KD, KS and KT crosses (Table 1). High weights at birth and weaning in KCh crosses have also been reported in a study of crosses between local ewes and Charollais, Dorper and Suffolk sires in which weight at birth and weaning was higher in Charollais crosses than in Dorper and Suffolk crosses⁽¹³⁾.

Cuadro 1. Parámetros productivos (media \pm desviación estándar) en corderos cruzados de Katahdin con Charollais, Dorper, Suffolk o Texel

 Table 1. Productive parameters (mean \pm standard deviation) in lambs from crosses between Katahdin ewes and Charollais, Dorper, Suffolk or Texel sires

	Katahdin x			
	Charollais	Dorper	Suffolk	Texel
n	14	25	26	13
Weight (kg) at:				
Birth	4.61 \pm 0.80 ^a	3.29 \pm 0.90 ^b	3.88 \pm 0.60 ^b	3.58 \pm 0.80 ^b
Weaning	20.85 \pm 4.80 ^a	17.97 \pm 4.90 ^{ab}	16.30 \pm 3.80 ^b	14.67 \pm 4.30 ^b
120 d	40.05 \pm 7.70 ^a	34.34 \pm 6.30 ^{ab}	31.50 \pm 7.30 ^{bc}	27.85 \pm 7.10 ^c
Slaughter (137 d)	46.61 \pm 8.50 ^a	39.75 \pm 7.40 ^b	36.07 \pm 7.50 ^b	33.24 \pm 7.70 ^b
Average daily weight gain (g)				
Birth-weaning	254 \pm 70 ^a	228 \pm 70 ^{ab}	195 \pm 60 ^b	173 \pm 70 ^b
Weaning-slaughter	353 \pm 60 ^a	298 \pm 50 ^b	271 \pm 70 ^b	254 \pm 60 ^b
Birth- slaughter	307 \pm 62 ^a	265 \pm 50 ^{ab}	235 \pm 50 ^b	217 \pm 50 ^c
Feed intake	1.45 \pm 0.34	1.33 \pm 0.33	1.18 \pm 0.28	1.27 \pm 0.30
Feed conversion	4.11 \pm 1.03	4.46 \pm 1.09	4.35 \pm 1.02	4.99 \pm 1.18

abc Different letter superscripts in the same row indicate difference ($P < 0.05$).

un planímetro digital Planix® 6. Así mismo, se midió la distancia del diámetro mayor en sentido medio-lateral (A) y del diámetro menor en sentido dorso-ventral (B).

Para determinar la composición tisular se extrajo la espaldilla izquierda y se mantuvo a -18°C hasta su disección final, en la que se separó y cuantificó la cantidad de: músculo, grasa y hueso + desechos. Los datos obtenidos se analizaron como un diseño completamente al azar, con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS⁽⁸⁾. En la comparación múltiple de medias se usó la prueba de Tukey⁽⁹⁾.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediciones antemortem

El consumo de alimento no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los cuatro grupos raciales, promediando 1.318 ± 0.175 kg diarios por cabeza durante todo el lapso productivo. Este se considera un consumo de alimento estándar en corderos jóvenes con un potencial de crecimiento rápido⁽¹⁰⁾ y es coincidente con los rangos publicados

The KD lambs had the lowest weight at birth (3.29 ± 0.90 kg) but steadily increased in weight at weaning and slaughter to the point where they had weights similar to those of the KCh lambs. This growth behavior was also observed in a study of Dorper lambs in terminal crosses, which exhibited a notable acceleration in daily weight gain after weaning and allowed them to reach high slaughter weights^(14,15). Some authors state that this behavior is due to early maturation in the Dorper breed, which brings them to market weights in a relatively short period⁽¹⁶⁾, although this results in higher fat levels in crosses with wool breeds⁽¹⁷⁾.

Average daily weight gain (ADWG) was highest ($P < 0.05$) in the KCh lambs from weaning to slaughter (353 ± 62 g/d), followed by the KD lambs (298 ± 50 g/d). From birth to weaning, the highest ADWG was again observed in the KCh cross (254 ± 70 g/d), followed by the KD cross (228 ± 70 g/d). These values are higher than those reported in an evaluation of four breeds (including pure Katahdin and Dorper) fed diets containing 2.75 and 2.86 Mcal ME/Kg DM⁽¹⁸⁾.

por otros autores, que observaron consumos de alrededor de 1.300 kg diarios durante todo el periodo de producción, cuando evaluaron crías F1 de borregas de pelo cruzadas con machos de razas europeas, que recibieron dietas integrales similares a la nuestra y que fueron elaboradas con ingredientes equivalentes a los empleados en este trabajo^(11,12).

Los pesos por período y la ganancia diaria promedio fueron diferentes ($P \leq 0.01$) entre los cruzamientos. Los valores más altos fueron alcanzados por el genotipo KCh, con pesos al nacimiento de 4.61 ± 0.80 kg, al destete de 20.85 ± 4.80 y a la matanza de 46.61 ± 8.50 kg, seguidos por las cruces KD, KS y KT en orden descendente (Cuadro 1). Estos altos pesos al nacimiento y destete de los corderos cruzados con Charollais, también han sido reportados por otros autores que estudiaron el efecto del cruzamiento en borregas criollas con sementales Charollais, Dorper y Suffolk⁽¹³⁾, quienes indican que el peso al nacimiento y al destete en los corderos cruzados con Charollais, fue superior al de las crías de padres Suffolk y Dorper. Los corderos KD mostraron el menor peso al nacimiento (3.29 ± 0.90 kg), pero se fueron recuperando consistentemente

The present ADWG values were also higher than for Pelibuey x Dorper lambs fed a diet containing 16% CP and 2.9 Mcal ME/kg DM. More rapid weight gain in the KCh and KD lambs means they can reach market weight before other breeds, which can help to lower production costs by reducing feed, labor and installation use.

Postmortem measurements

Carcass classification

Classification of the carcasses showed the KCh, KD and KS crosses to have the highest classification (México Extra) in Mexico and an "Excellent" conformation, while the KT cross was classified as "México 1" with "Good" conformation due to lower conformation (Table 2). The "Excellent" type represents carcasses with thick, wide musculature and a round appearance in terms of total carcass length. In contrast, "Good" carcasses have moderate musculature compared to length, with moderately thin legs and front cuts. The KCh lambs had thicker ($P < 0.05$) subcutaneous fat (6.33 ± 1.22 mm) than the other three crosses, which were not different ($P > 0.05$) in this variable (average = 4.06 ± 1.37 mm). This

Cuadro 2. Características de la canal (media \pm DE) en corderos cruzados de Katahdin con Charollais, Dorper, Suffolk o Texel

Table 2. Carcass characteristics (mean \pm SD) in lambs from crosses between Katahdin ewes and Charollais, Dorper, Suffolk or Texel sires

	Katahdin x			
	Charollais	Dorper	Suffolk	Texel
n	9	10	10	10
Hot weight, kg	44.50 \pm 5.34 ^a	42.15 \pm 3.39 ^a	41.83 \pm 4.58 ^a	37.98 \pm 4.95 ^b
Classification*	MEX EXT	MEX EXT	MEX EXT	MEX 1
Conformation**	Excellent	Excellent	Excellent	Good
Fat cover, mm	6.33 \pm 1.22 ^a	3.62 \pm 1.30 ^b	4.25 \pm 1.50 ^b	4.30 \pm 1.30 ^b
L. dorsi area, cm ²	17.04 \pm 2.60 ^a	15.87 \pm 1.60 ^{ab}	15.51 \pm 0.90 ^{ab}	13.86 \pm 2.70 ^b
Carcass yield, %				
Retail	51.90 \pm 1.40 ^a	50.83 \pm 1.80 ^{bc}	51.55 \pm 1.40 ^{ab}	49.42 \pm 1.70 ^c
Real	56.20 \pm 0.80 ^a	55.25 \pm 1.30 ^a	56.47 \pm 1.50 ^a	53.48 \pm 1.80 ^b

^{abc} Different letter superscripts in the same row indicate statistical difference ($P < 0.05$).

* Carcass classification and conformation according to applicable Mexican norm (NMX-FF-106-SCFI-2006).

de manera que al destete y a la matanza obtuvieron pesos semejantes a los de la craza KCh. Este comportamiento también se ha reportado por otros investigadores, quienes observaron pesos iniciales bajos en corderos Dorper empleados en cruza terminales, los cuales después del destete tuvieron una fuerte aceleración en sus ganancias diarias, que les permitió llegar al sacrificio con pesos elevados^(14,15). De acuerdo con algunos autores, este comportamiento se debe al hecho de que los animales de raza Dorper tienen una maduración precoz, que les permite alcanzar el peso de mercado en un corto periodo de tiempo⁽¹⁶⁾, aunque con un mayor nivel de engrasamiento, cuando se cruzan con ejemplares de tipo lanar⁽¹⁷⁾.

La ganancia diaria promedio (GDP) más elevada fue registrada por la craza KCh (353 ± 62 g/día) y se presentó durante la etapa que va del destete a la matanza ($P < 0.05$). Las GDP del nacimiento al destete más altas se lograron en los cruzamientos KCh (254 ± 70 g/día) y KD (228 ± 70 g/día). Así mismo, las mejores GDP que tuvieron los animales del destete a la matanza correspondieron a las cruza KCh y KD con 353 ± 60 y 298 ± 50 g/día, respectivamente. En general, las ganancias diarias de peso obtenidas en el presente trabajo son superiores a las reportadas por Silva *et al*⁽¹⁸⁾, cuando evaluaron cuatro grupos raciales (entre los que se encontraban Katahdin y Dorper puros), alimentados con dos dietas que contenían 2.75 y 2.86 Mcal de EM/Kg de MS. Así mismo, los animales empleados en este estudio mostraron mejores ganancias que los utilizados por otros autores⁽¹⁹⁾ (213 g/día) cuando evaluaron la craza de Pelibuey x Dorper, empleando una dieta con 16 % de PC y 2.9 Mcal EM/kg MS. Esta ganancia de peso más elevada permite que los animales encastados con Charollais y Dorper lleguen al peso de mercado antes que los otros dos tipos raciales, lo cual se puede ver reflejado en una disminución de los costos de producción por el ahorro de alimento, de mano de obra y uso de instalaciones.

Mediciones postmortem

Clasificación de la canal

En el Cuadro 2 se muestran algunos parámetros de

relatively high fat content does not impede marketing since the Mexican norm for classifying lamb carcasses allows up to 6.9 mm of fat cover in heavy lambs to qualify for the highest classification: "MEX EXT".

Despite the high slaughter weights observed here, overall average subcutaneous fat values were extremely low (4.62 mm). This means the animals had reached a relatively low percentage of their adult weight, and indicates that a higher slaughter weight can be used without leading to excessive fat deposition. The differences in subcutaneous fat thickness in the present study coincide with those reported for terminal crosses with low early fat deposition which increases rapidly as adult weight is neared⁽²⁰⁾. In the KCh cross, however, the higher subcutaneous fat deposition at an early age is due to the heterosis effect which occurs when mixing two precocious breeds; for example, pure K lambs tend to deposit more subcutaneous fat than pure D or S lambs^(21,22). The lower lipid accumulation in the KD genotype agrees with a study showing low accumulation in terminal crosses involving Texel sires.

Area of the *Longissimus dorsi* muscle (i.e. rib-eye area) was largest in the KCh cross, followed by the KD and KS crosses (15.57 ± 1.95 cm²) and finally the KT cross (13.86 ± 2.70 cm²). Larger *L. dorsi* dimensions have also been reported in terminal crosses between Awassi ewes and Charollais rams⁽²³⁾. In contrast, no differences were observed between Suffolk and Texel lambs killed at 147 d of age⁽²⁴⁾. Overall, the four crosses evaluated here surpassed *L. dorsi* area values reported for pure breed Katahdin lambs (14.11 cm²)⁽²²⁾. Though it is not included in the applicable Mexican norm regulating lamb carcass classification, *L. dorsi* muscle area is one of the most important variables for determining carcass quality because it is closely associated with total carcass muscularity⁽²⁵⁾, and corresponds to the most valuable cuts, that is, the rack and loin⁽³⁾.

Carcass yield

In terms of retail carcass yield, the KCh and KS lambs had values 1.8 % higher ($P < 0.05$) than the

calidad de la canal. Se puede observar que las cruzas de KCh, KD y KS fueron calificadas con la categoría más alta de la clasificación (México Extra) y con una conformación "Excelente", mientras que el cruzamiento de KT sólo alcanzó la categoría de "México 1" y una conformación "Buena" por el menor desarrollo de sus masas musculares. El tipo "Excelente" está representado por canales con musculatura gruesa y ancha, que tiene una apariencia de redondez con relación a la longitud total de la canal. Por otro lado, las canales con una conformación "Buena", presentan una musculatura moderada en comparación con su longitud total, con piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados. Los corderos KCh tuvieron el mayor espesor de grasa subcutánea (6.33 ± 1.22 mm), siendo significativamente diferente ($P < 0.05$) de los otros tres tratamientos, que presentaron un valor semejante entre ellos, con un promedio de 4.06 ± 1.37 mm. Sin embargo, la norma mexicana para clasificación de canales ovinas permite hasta 6.9 mm de grasa de cobertura en corderos pesados para poder ser considerados dentro de la clasificación "MEX EXT", que es la más alta de la escala.

A pesar de que los pesos de sacrificio fueron elevados, todos los valores de grasa subcutánea fueron extremadamente bajos (4.62 mm en promedio), lo cual significa que los animales habían

KT, while the KD lamb values were 4.7 % higher ($P < 0.05$). Average real carcass yield (55.97 %) among the KCh, KD and KS crosses was 4.7 % higher ($P < 0.05$) than in the KT cross. These variations in carcass yield are basically due to differences in slaughter weight among the genotypes⁽²⁶⁾, and digestive tube contents in each animal, which is minimized by eliminating gastrointestinal content from live weight⁽²⁷⁾. The present data are confirmed by comparison to a study of 10 different crosses between hair breeds and specialized meat breeds slaughtered at 36 kg average weight, in which no differences in retail carcass (47.32 %) or real carcass (56.70 %) yield were attributable to genotype⁽²⁸⁾.

Carcass morphometry

Carcass (64.10 ± 1.70 cm) and leg length (40.10 ± 1.70 cm) were highest in the KS genotype (Table 3), which is to be expected in large breeds with a long, high body. Hindquarters width was 16% greater in the KCh than in the other three genotypes. Average hindquarters perimeter (67.70 cm) and thorax depth (27.50 cm) were approximately 5 % higher in the KS and KD crosses than in the KCh and KT crosses. Hindquarters perimeter is correlated to carcass muscle weight⁽²⁹⁾. The highest blockiness index values were in the KCh and KD crosses

Cuadro 3. Medidas morfológicas de la canal (media \pm DE) en corderos cruzados de Katahdin con Charollais, Dorper, Suffolk o Texel (cm)

Table 3. Carcass morphology measurements (mean \pm SD) in lambs from crosses between Katahdin ewes and Charollais, Dorper, Suffolk or Texel sires (cm)

	Katahdin x			
	Charollais	Dorper	Suffolk	Texel
n	9	10	10	10
Carcass length	63.33 \pm 3.30 ^{ab}	61.60 \pm 1.80 ^b	64.10 \pm 1.70 ^a	57.20 \pm 2.40 ^c
Leg length	37.78 \pm 1.40 ^b	37.60 \pm 0.80 ^b	40.10 \pm 1.70 ^a	37.00 \pm 1.50 ^b
Hindquarters perimeter	63.56 \pm 2.00 ^c	66.80 \pm 1.30 ^{ab}	67.70 \pm 3.50 ^a	64.60 \pm 2.60 ^{bc}
Hindquarters width	25.65 \pm 1.60 ^a	22.50 \pm 1.20 ^b	22.00 \pm 2.50 ^b	21.90 \pm 1.30 ^b
Thorax internal depth	25.78 \pm 1.30 ^{bc}	27.50 \pm 0.90 ^a	26.90 \pm 0.60 ^{ab}	25.70 \pm 1.00 ^c
Carcass blockiness index*	0.34 \pm 0.00	0.34 \pm 0.00	0.32 \pm 0.00	0.32 \pm 0.00

^{abc} Different letter superscripts in the same row indicate difference ($P < 0.05$).

* Carcass weight (kg)/length (cm).

alcanzado un porcentaje relativamente bajo de su peso maduro, esto es un indicio de que se pueden elevar más los pesos al sacrificio, sin tener un engrasamiento excesivo en las canales. Las diferencias en el espesor de la grasa subcutánea determinadas en este trabajo, concuerdan con lo referido por otros autores⁽²⁰⁾, quienes observaron que la cobertura grasa en cruzamientos terminales posee un bajo nivel de depósito a temprana edad, aumentando rápidamente al acercarse al peso maduro. Sin embargo, para la craza KCh, el tener un mayor depósito de grasa subcutánea a una edad temprana, se debe al efecto de heterosis presentado al mezclar dos razas precoces, ya que los corderos K puros, tienden a depositar mayor cantidad de grasa subcutánea que los corderos de raza pura D y S^(21,22). De la misma manera, la menor acumulación lipídica en el genotipo KD, concuerda con los estudios realizados por otros investigadores⁽¹⁶⁾, quienes también determinaron una pequeña acumulación cuando evaluaron la grasa subcutánea dorsal en corderos originados en cruza terminales en las que se emplearon sementales Texel.

El área del músculo *Longissimus dorsi* o "área del ojo de chuleta" fue más grande ($P < 0.05$) en la craza KCh ($17.04 \pm 2.60 \text{ cm}^2$) y más pequeña en KT ($13.86 \pm 2.70 \text{ cm}^2$), quedando con valores intermedios los cruzamientos con Dorper y Suffolk,

(0.34 ± 0.00), and were about 5.90% higher than those of the KS and KT crosses. This index is closely related to carcass muscularity and allows carcass comparison independent of weight⁽³⁰⁾.

Tissue composition

Muscle percentage was not different between the KD ($64.58 \pm 2.90 \%$), KS (63.31 ± 1.70) and KT crosses ($66.26 \pm 0.7\%$), but was lower ($P < 0.01$) in the KCh lambs ($61.07 \pm 2.60 \%$)(Table 4). Fat proportion was higher ($P < 0.01$) in the KCh lambs ($18.10 \pm 3.30 \%$) than in the other three crosses (average = $13.83 \pm 2.80 \%$). Bone proportion was the most constant of the measured tissues (mean = $21.30 \pm 1.45 \%$) and did not differ ($P > 0.05$) between genotypes.

A higher body fat proportion in the KCh lambs can be expected due to the sire breed, which is associated with greater precocity^(22,23). This causes these animals to be heavier when slaughtered at a predetermined time since there is a direct relationship between slaughter weight and the quantity of stored fat⁽²⁶⁾. The higher lean tissue percentage of the KT lambs resulted from the later maturity of this breed, meaning it tends to deposit more muscle tissue and less fat tissue than breeds such as Suffolk, Merino and Ile de France at the same age^(24,30).

Cuadro 4. Composición tisular de la espaldilla (media ± DE) en corderos cruzados de Katahdin con Charollais, Dorper, Suffolk o Texel (%)

Table 4. Back tissue composition (mean ± SD) in lambs from crosses between Katahdin ewes and Charollais, Dorper, Suffolk or Texel sires (%)

	Katahdin x			
	Charollais	Dorper	Suffolk	Texel
<i>n</i>	9	10	10	10
Muscle	61.07±2.60 ^b	64.58±2.90 ^a	63.31±1.70 ^a	66.26±0.70 ^a
Bone+waste	20.85±1.80	21.13±1.60	22.27±1.10	20.94±1.30
Intermuscular fat	10.20±2.40 ^a	8.40±1.90 ^a	8.00±1.50 ^{ab}	6.00±1.80 ^b
Subcutaneous fat	7.90±2.30	5.90±2.40	6.40±1.40	6.90±0.90
Total Fat*	18.10±3.30 ^a	14.29±4.00 ^b	14.41±2.10 ^b	12.80±2.30 ^b
Muscle/fat ratio	3.49±0.71	4.87±1.45	4.49±0.74	5.42±1.58

^{ab} Different letter superscripts in the same row indicate difference ($P < 0.05$).

*Total fat = Intermuscular fat + Subcutaneous fat.

que promediaron $15.57 \pm 1.95 \text{ cm}^2$. Las mayores dimensiones del área del músculo *Longissimus dorsi* también han sido reportadas en cruzamientos terminales de borregas Awassi con carneros Charollais⁽²³⁾, mientras que algunos autores no observaron diferencias en este parámetro, cuando compararon corderos de las razas Suffolk y Texel que fueron sacrificados con 147 días de edad⁽²⁴⁾. En general, los cuatro cruzamientos evaluados en este estudio superaron los valores que han sido reportados en corderos de raza Katahdin pura (14.11 cm^2)⁽²²⁾. A pesar de que la medición de la superficie del músculo *Longissimus dorsi* no está considerada en la norma mexicana de clasificación de canales ovinas, es una de las variables más importantes para determinar la calidad de la canal, ya que está altamente correlacionada con la muscularidad total de la misma⁽²⁵⁾ y se corresponde con las piezas de mayor valor económico, que son el espinazo o Rack y el lomo⁽³⁾.

Rendimiento en canal

Se presentaron diferencias ($P < 0.05$) entre genotipos en el rendimiento comercial en canal, en promedio los cruzamientos KCh y KS superaron en 1.8 % a KD y en 4.7 % a KT. Respecto al rendimiento verdadero en canal, no hubo diferencias entre los genotipos KCh, KD y KS promediando 55.97 %, pero los tres cruzamientos superaron ($P < 0.05$) a KT en 4.7 % en promedio. Estas variaciones en el rendimiento en canal se deben, básicamente, a las diferencias en el peso de sacrificio entre genotipos⁽²⁶⁾ y a las diferencias en el contenido del tubo digestivo en los animales, mismas que se minimizan cuando se elimina del peso vivo el peso del contenido gastrointestinal⁽²⁷⁾. Lo anterior, se corrobora al comparar los datos del presente estudio con los resultados de otros autores⁽²⁸⁾, quienes no observaron diferencias en el rendimiento comercial (47.32 %) ni verdadero (56.70 %) en canal atribuibles al genotipo, cuando evaluaron 10 diferentes cruzamientos de ovinos de pelo con razas cárnicas especializadas, que fueron sacrificados con 36.0 kg de peso en promedio.

Morfometría de la canal

El genotipo KS obtuvo los valores más elevados en longitud de la canal ($64.10 \pm 1.70 \text{ cm}$) y longitud

The greater fat accumulation in the KCh lambs resulted in their having a lower muscle:fat ratio (3.49). The leanest carcasses were those of the KT lambs (5.42), followed by the KS (4.49) and KD (4.87) lambs. This ratio is useful when assessing genotypes, but is expressed in relative terms (%). In absolute terms (kg), the KCh genotype had 13.61% more muscle than the KT genotype, due to its higher slaughter weight and better carcass yield.

The lack of difference in bone proportion between the studied crosses coincides with previous reports of terminal crosses between hair breed ewes and wool breed sires^(12,20).

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

The Katahdin x Charollais and Katahdin x Dorper crosses had the best growth performance, the highest blockiness index values and the largest rib-eye area of the four analyzed crosses. Cross breeding is clearly an effective tool for improving performance in lambs because it allows identification of variations in growth performance between animals and generates carcasses with different yields and characteristics. Evaluation of terminal crosses produced using the largest possible number of sires from different sources remains an important method for overcoming the individual effect of a single ram and concentrating on that of the entire paternal breed.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by Fundación Produce Querétaro, A.C. ETVS received financial support from the CONACYT to study a Master's degree.

End of english version

de la pierna ($40.10 \pm 1.70 \text{ cm}$), como corresponde a una razas de talla grande con un cuerpo largo y alto (Cuadro 3). La mayor anchura de la grupa la presentó el cruzamiento KCh, superando en

alrededor del 16 % a los otros tres genotipos. Los promedios más altos en el perímetro de la grupa (67.70 cm) y la profundidad del tórax (27.50 cm) los mostraron los cruzamientos KS y KD, que superaron a los cruzamientos KCh y KT en aproximadamente 5 %. El perímetro de la grupa está correlacionado con el peso del músculo en la canal⁽²⁹⁾. Los índices de compacidad más altos fueron obtenidos por las cruzas de KCh y KD (0.34 ± 0.00) superando en 5.90 % a KS y KT, este índice también es un indicador que está muy relacionado con la muscularidad y permite hacer comparaciones entre canales independientemente de su peso⁽³⁰⁾.

Composición tisular

El porcentaje de músculo fue similar ($P < 0.01$) entre KD, KS y KT, con 64.58 ± 2.90 ; 63.31 ± 1.70 y 66.26 ± 0.7 % respectivamente, pero menor en KCh, con 61.07 ± 2.60 % (Cuadro 4). La cantidad de grasa fue mayor ($P < 0.01$) en KCh (18.10 ± 3.30 %) e igual en los otros tres tratamientos, promediando 13.83 ± 2.80 %. El hueso fue el tejido más constante y no presentó diferencias ($P > 0.05$) entre genotipos, con una media de 21.30 ± 1.45 %.

La cantidad de grasa corporal más elevada en los animales KCh se debe al efecto genético originado por la raza paterna, el cual está asociado a una mayor precocidad^(22,23) y a un peso al sacrificio superior que fue alcanzado por los corderos a una edad previamente determinada, ya que existe una relación directa entre el peso de matanza y la cantidad de grasa almacenada⁽²⁶⁾. De igual forma, el mayor porcentaje de tejido magro de los corderos KT, se debe a que al ser esta una raza de madurez tardía, tiende a depositar más tejido muscular y menos tejido graso que razas como Suffolk, Merino e Ile de France a la misma edad de sacrificio^(24,30).

El mayor acúmulo de grasa en los corderos KCh originó una menor relación músculo/grasa (3.49). De hecho, las canales más magras las presentaron los animales KT (5.42), siguiéndoles las cruzas KS y KD con valores intermedios (4.49 y 4.87 respectivamente); aunque esta relación es importante

en la evaluación de un genotipo, se debe considerar que está expresada en términos relativos (%) y que cuando consideramos los valores absolutos (kg) el genotipo KCh produjo 13.61 % más músculo que el cruzamiento KT, por su peso más elevado al sacrificio y mejor rendimiento en canal.

El hecho de que el hueso, no haya presentado diferencia entre cruzamientos, coincide con los resultados obtenidos por otros autores^(12,20) en estudios de cruzamientos terminales de ovejas de pelo con machos lanares.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Se puede concluir que los corderos de las cruzas Katahdin x Charollais y Katahdin x Dorper mostraron los mejores comportamientos productivos, los índices de compacidad más altos y presentaron la mayor área de ojo de chuleta. Se confirma que el cruzamiento es una buena herramienta para mejorar la productividad ovina, ya que permitió detectar diferencias en el desempeño productivo de los animales y brindó la posibilidad de generar canales con rendimiento y características diferentes; pero es recomendable continuar con la evaluación de cruzamientos terminales en los que se emplee el mayor número posible de sementales con un origen diverso, para evitar que sea valorado el efecto individual que pudiera aportar un semental, más que el efecto de la raza paterna en su conjunto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a La Fundación Produce Querétaro, A.C., por el financiamiento recibido para la realización de este trabajo y al CONACYT por el sustento económico para la realización de los estudios de Maestría del primer autor.

LITERATURA CITADA

1. SIAP. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA. Población ganadera Ovino 1999-2008 [en

- línea]. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=330. Consultado Jun 25, 2010.
2. SIAP. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA. Ovino producción, precio, valor, animales sacrificados y peso de carne en canal 2008[en línea]. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=371. Consultado Jun 15, 2010.
 3. Gómez MJ. Alternativas de mercado para la carne ovina en México. En: Peláez H. editor. Seminario Internacional de Ovinocultura. Cholula, Pue. 2009.
 4. Arteaga CJD. Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. En: Gutiérrez YA. 8° Congreso Mundial de la Lana y el Cordero. Santiago de Querétaro, Querétaro. 2007.
 5. SAGARPA. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estimación del consumo nacional aparente de carne de ovino 1990-2005 [en línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/CNAovi.htm>. Consultado Jun 10, 2010.
 6. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México, D. F. Instituto de Geografía. UNAM; 1981.
 7. Google Earth Plus [on line]. <http://maps.google.com/maps/?=21390048,-106.45669&2=14&t=14&t=&hl=es>. Accessed May 15, 2010.
 8. SAS. SAS/STAT User's Guide. (Released 9.1.3): SAS Inst. Inc. Cary NC, USA. 2008.
 9. Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics: A biomedical approach. 2nd ed. New York, USA: McGraw-Hill Book Co.; 1980.
 10. National Research Council. Nutrient requirements of sheep. 6th ed. Washington, DC, USA: National Academy Press; 1985.
 11. Pineda J, Palma JM, Haenlein GFW, Galina MA. Fattening of Pelibuey hair sheep and crossbreds (Rambouillet-Dorset x Pelibuey) in the Mexican tropics. 1998. *Small Rumin Res* 1998;(27):263-266.
 12. Partida PJA, Braña VD, Martínez RL. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Téc Pecu Méx* 2009;47(3):313-322.
 13. Osorio AJ, Montaldo VHH. Efecto de cruzamiento de la raza de semental con ovejas locales sobre características de peso al nacimiento y al destete en la región central de México. Congreso de especialistas en Pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. Mendoza, Argentina. 2007.
 14. Schoeman SJ, Burger R. Performance of Dorper sheep under accelerate lambing system. *Small Rumin Res* 1992;(9):265-281.
 15. Snowden GD, Duckett SK. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. *J Anim Sci* 2003;(81):368-375.
 16. Cloete SWP, Snaymall MA, Herselman MJ. Productive performance of Dorper sheep. *Small Rumin Res* 2000;(36):119-135.
 17. Cloete JJE, Cloete SWP, Olivier JJ, Hoffman LC. Terminal crossbreeding of Dorper ewes to Ile de France, Merino Land-sheep and SA Mutton Merino sires: Ewe production and lamb performance. *Small Rumin Res* 2007;(69):28-35.
 18. Silva ANJ, Ramírez GJA, Corral FG, Hernández BJ, Jiménez CJA. Ganancia de peso y evaluación de la canal de cuatro grupos raciales de ovinos de pelo en el estado de Chihuahua [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria. Veracruz, Ver. 2006:221.
 19. Cárdenas SJA. Comportamiento de corderos Pelibuey encastados de Dorper en finalización [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria. Veracruz, Ver. 2006:222.
 20. Gutiérrez J, Rubio MS, Méndez RD. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Sci* 2005;(70):1-5.
 21. Burke JM, Apple JK. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Rumin Res* 2007;(67):264-270.
 22. Horton GMJ, Burgher CC. Physiological and carcass characteristics of hair and wool breeds of sheep. *Small Rumin Res* 1992;(5):51-60.
 23. Momani SM, Abdullah A, Kridli RT, Blaha J, Sada L, Sovják R. Fattening performance and carcass value of Awassi ram lambs, F₁ crossbreds of Romanov x Awassi and Charollais X Awassi in Jordan, Czech. *J Anim Sci* 2002;(10):429-438.
 24. Leymaster K A, Jenkins TG. Comparison of Texel and Suffolk - sired crossbred lamb for survival, growth, and compositional traits. *J Anim Sci* 1993;(71):859-869.
 25. Cañeque C, Sañudo C. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, España: Monografías INIA Serie Ganadera No. 3. 2005.
 26. Warris PD. Ciencia de la carne. Zaragoza, España: Ed. Acribia; 2003.
 27. Partida PJA, Martínez RL. Composición corporal de corderos Pelibuey según la concentración energética de la dieta y el peso de sacrificio. *Vet Mex* [in press] 2010.
 28. Bores QR, Baeza RJJ, Quintal FJ, Canul JS. Composición corporal de corderos F1 de pelo cruzados con razas especializadas para producción comercial de carne. II. Algunas características en la calidad de la canal [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria. Culliacán, Sin. 2007:265.
 29. Ruiz HF, Miguel E, Cañeque V, Velasco S. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina. En: Cañeque V, Sañudo C editores. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera No. 3, 2005:143-178.
 30. Osikowski M, Borys B. Effect on production and carcass quality characteristics of ewe lambs of crossing Blackheaded mutton, Ile de France and Texel rams with Polish Merino ewes. *Liv Prod Sci* 1976;(3):343-349.