



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

MÁSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto del cruzamiento de las razas Boer y
Murciano-Granadina sobre las características
de la canal: Composición tisular

Trabajo Fin de Máster

Valencia, 2015

Julio César Terán Piña

Directores

Martín Rodríguez García

Ion Pérez Baena

Resumen

En este trabajo se estudia el efecto del cruzamiento de la raza Murciano-Granadina (MG) con la raza Boer (B) sobre la composición tisular de los cabritos lechales, tanto en machos como en hembras. Para ello se utilizaron 48 cabritos, de los cuales 24 eran de raza MG (12♂ y 12♀) y otros 24 resultantes del cruce BM (12♂ y 12♀). Los cabritos fueron alimentados en lactancia artificial y sacrificados con un peso vivo aproximado de 9 kg. Tras el despiece de la media canal izquierda, la espalda fue envasada al vacío y congelada hasta su disección tisular posterior. Se comprobó que el cruzamiento de la raza MG con la raza B, no alteró la composición tisular en los machos y redujo el contenido en hueso de las hembras, mejorando con ello la proporción de carne/hueso en la canal.

Palabras claves: Cruzamiento Boer x Murciano-Granadina, Composición tisular, cabritos lechales.

Resum

En aquest treball s'estudia l'efecte del creuament de la raça Murciano-Granadina (MG) amb la raça Boer (B) sobre la composició tissular dels cabrits de llet, tant en mascles com en femelles. Es varen emprar 48 cabrits, dels quals 24 eren de raça MG (12♂ i 12♀) i altres 24 resultants del creuament BM (12♂ i 12♀). Els cabrits foren alimentats en lactància artificial i sacrificats amb un pes viu aproximat de 9 kg. Després del espejament de la mitja canal esquerra, l'espatlla va ser envasada al buit i congelada fins a la seua dissecció tisular posterior. Es va comprovar que el creuament de la raça MG amb la raça B, no va alterar la composició tissular en els mascles i va reduir el contingut en os en les femelles, millorant amb això la proporció de carn/os en la canal.

Paraules clau: Creuament Boer x Murciano-Granadina, Composició tissular, cabrits de llet.

Abstract

This study is about the effect of crossing Murciano-Granadina (MG) and Boer (BO) breeds on the tissue composition of goat kids, in both male and female. 48 goat kids were used, 24 pure MG kids (12♂ and 12♀) and other 24 resulting from the crossbreeding BM (12♂ and 12♀). The goat kids were fed by artificial rearing and slaughtered with an approximated live weight of 9 kg. After the quartering of the left half carcass, the shoulder was vacuum packaged and frozen until its later tissue dissection. It was proved that the crossbreeding between MG and B didn't change males' tissue composition and reduced the females' bone content, improving the meat/bone ratio of the carcass.

Key words: Crossing Boer x Murciano-Granadina, Tissue composition, goat kids.

Agradecimientos

En primer término agradecer de todo corazón a mis “padres”: Absalón y Hermila y a mi madre Rosa, por el apoyo incondicional que siempre me brindan. También agradecer a mi hijo Julio Joaquín, por simplemente ser el motorcito que me anima diariamente a salir adelante. Mi más sincero agradecimiento y todo mi amor.

Esta linda experiencia tampoco hubiera sido posible sin los buenos ánimos de mis hermanos (Kenjy, Rosmila y Pedro), ¡Gracias hermanitos!, al igual quiero agradecer a mis primos y amigos por apoyarme en todo momento.

También quiero agradecer al Gobierno de mi país, por dar la oportunidad a jóvenes y permitirnos el desarrollo profesional, para así contribuir con nuestro granito de arena en el engrandecimiento de nuestra Nación.

Tengo bien claro que este trabajo no hubiera sido posible sin mis directores Martín Rodríguez García e Ion Pérez Baena, que me permitieron ser parte de este proyecto y por las enseñanzas a lo largo de este camino, además del gran afecto y cariño que me brindaron.

Quiero hacer mención a la que fue como mi nueva familia en Valencia, mis amigos que estuvieron en todo momento para reír, estudiar, bailar, trabajar y muchas otras cosas más: a Oier, Diego, Carlos, Cristhian, Renato, Amparo, Miriam, Viviana, Walter, Mayanna, Tamara, Emilio, Martita, Alicia. Imborrables recuerdos, gracias totales!

Y por último Agradecer a todas y cada una de esas personas que conocí en esta gran aventura y que hicieron de mi Máster una gran experiencia.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO	3
MATERIALES Y METODOS.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
CONCLUSIONES.....	14
BIBLIOGRAFIA.....	15

INTRODUCCIÓN

El ganado caprino destaca por su versatilidad y su capacidad de producir carne y leche aprovechando la gran variedad de recursos disponibles como pastos, árboles, arbustos forrajeros, restos de cultivos y subproductos de material vegetal. Además presenta un elevado potencial reproductor y requiere una baja inversión inicial en instalaciones lo que facilita su cría en países o regiones en desarrollo (Devendra, 1983). El 80% de la población caprina mundial se encuentra en áreas climáticamente clasificadas como desfavorables o en zona áridas-cálidas (Boza, 2005). Este tipo de ganado es considerado como uno de los rumiantes domésticos más exitosos, ya que ha desarrollado adaptaciones fisiológicas para sobrevivir en ambientes adversos, tales como la habilidad de soportar las altas temperaturas y la radiación solar, combinadas con la baja disponibilidad de agua y el aprovechamiento de alimentos de baja calidad (Johnson, 1987; Gall, 1991).

Quizás por estas aptitudes el ganado caprino es la especie ganadera que más se ha desarrollado en los últimos 20 años (Pérez-Baena y Franch-Dasi, 2014), alcanzando un censo de 1006 millones de cabezas (FAOSTAT, 2013) y situándose en el quinto lugar como especie productora de carne (5,3 millones de toneladas) y el tercer lugar como especie productora de leche (17,8 millones de Toneladas). En las zonas desfavorecidas es un ganado de gran importancia para la población rural, llegando a constituir para el hombre en muchos casos la principal fuente de carne, leche y piel (Sanz Sampelayo, 2008). El 69,1% del censo mundial de caprino destina a la producción de carne (FAOSTAT, 2013) y el resto, explotado por su aptitud lechera, también aporta una producción cárnica digna de tenerse en cuenta.

En Europa los principales países productores de caprino se localizan en la cuenca mediterránea (Grecia, España, Italia, Francia y Portugal). La carne de caprino supone el 2,2% de la producción europea de carne europea y el 14,2% de la producción europea de leche (FAOSTAT, 2013).

España cuenta con un total de 2,83 millones de cabezas de caprinos. Las explotaciones de carne utilizan razas autóctonas y sus sistemas de explotación suelen ser extensivos o semi-extensivos, mientras que las explotaciones de ordeño son

principalmente intensivas (Marical *et al.*, 2003). La raza lechera más utilizada en España es la Murciano Granadina (MG), que cuenta con un censo de 500.000 ejemplares (Murcigran, 2014). Esta raza se suele ordeñar una sola vez al día y presenta unas producciones de 530 litros de leche por lactación, con un contenido en grasa del 5,6-5,8% y una proteína de 3,6-3,8% (ACRIMUR, 2009). Su leche es muy apreciada por la industria láctea por su alto extracto quesero, siendo una raza competitiva entre las razas de ordeño. Sin embargo no presenta una buena aptitud cárnica, los cabritos tienen un bajo peso al nacimiento y su crecimiento posterior es lento (Pérez-Baena *et al.*, 2013). Generalmente los cabritos destinados para carne son sacrificados entre 25-40 días con un peso vivo de 6-8 kg y un rendimiento a la canal del 50-55% (ACRIMUR, 2009).

En esta especie, cuando se ha pretendido mejorar las características del ganado para la producción de carne, se ha recurrido frecuentemente al cruzamiento de las razas autóctonas en diferentes partes del mundo con machos de raza Boer (B). Esta raza sintética, procedente de Sudáfrica, es muy utilizada en el continente africano y se han realizado numerosos estudios de sus cruzamientos en países como el Reino Unido (Gibb *et al.*, 1993), E.E.U.U. (Waldron *et al.*, 1995; Oman *et al.*, 2013), Canadá (Goonewardene *et al.*, 1998), Australia (Dhanda *et al.*, 1999), China (Zhou *et al.*, 2001), México (Felix *et al.*, 2001) o Polonia (Stanisz *et al.*, 2008), explotándose en algunos países de Sudamérica, tanto en pureza como en cruzamientos. En general se destaca la importancia de los cruzamientos con esta raza en la mejora del crecimiento, la reducción del periodo de crecimiento hasta alcanzar el peso de sacrificio y las buenas características de la canal.

En España, Pérez-Baena *et al.* (2013) comprobaron que el cruzamiento de hembras MG con machos Boer aumentó el peso de los cabritos al nacimiento (+0,85 kg) y el ritmo de crecimiento (+35,6 g/día), reduciéndose el consumo de reemplazante lácteo (-2,3 kg de materia seca) y la edad de sacrificio hasta un peso vivo de 9 kg (14 días).

Sin embargo además de las ventajas productivas, es importante conocer el efecto de este cruzamiento sobre la calidad de la canal y de la carne, cuya calidad comercial depende de las proporciones de los tejidos que la componen, músculo, grasa y hueso (Delfa *et al.* (1992). Las mejores canales son las que poseen gran cantidad de músculo,

poco hueso y una cantidad de grasa adecuada para atender las exigencias del mercado (Osorio *et al.* 2002).

El músculo es el tejido más importante desde el punto de vista de los consumidores y es el componente principal que se intenta maximizar (Sañudo, 1980). El tejido graso es el más variable tanto desde el punto de vista cuantitativo como por su distribución (Dias *et al.* 2008). Las cantidades de hueso, músculo y grasa en la canal son influenciados por la raza, el peso del sacrificio, el sexo y la alimentación de los animales (Osorio *et al.* 2002).

El objetivo del trabajo es estudiar el efecto del cruzamiento de las hembras de raza MG con los sementales procedentes de raza B, sobre las características de la composición tisular en cabritos lechales machos y hembras.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Animales.

Se utilizaron 48 cabritos lactantes, de los cuales 24 (12 machos y 12 hembras) eran de raza Murciano-Granadina (MG) y otros 24 (12 machos y 12 hembras) procedían del cruzamiento de machos de raza B con hembras MG (BM).

2.2. Alimentación y manejo de los animales.

El trabajo se desarrolló en la granja experimental de pequeños rumiantes del Institut de Ciència i Tecnologia Animal (ICTA) de la Universitat Politècnica València. Se formaron dos grupos de cabras con similar edad y condición corporal. Uno de ellos fue asignado aleatoriamente para su cubrición por machos de raza MG y el otro grupo por machos o de raza B. Las cabras permanecieron estabuladas y fueron manejadas conjuntamente bajo unas mismas condiciones ambientales y de alimentación.

Los cabritos, que fueron separados de sus madres al nacimiento, recibieron 2 tomas de calostro (10% de su peso al nacimiento) mediante una sonda gástrica, junto con vitamina AD₃E (Biosvita AD₃E, 1 ml * animal⁻¹, lab ovejero) y Selenio (Hipravit-SE 1 ml * animal⁻¹, lab. Hipra). Durante los primeros 4 días de vida los cabritos se adaptaron al sistema de alimentación de lactancia artificial. Posteriormente, se dividieron en grupos homogéneos de 3 animales (del mismo sexo, raza y peso similar), que fueron alojados en cubículos independientes (0,96 m²).

El lactoreemplazante (LR) comercial utilizado (Nantamilk C-supreme, Nanta España S.A.) estaba constituido por leche desnatada en polvo (60%), aceite de palma, aceite de coco, suero de leche en polvo, harina de trigo, carbonato de calcio, ovoproductos secos y sulfato de magnesio. Su composición química aproximada (según el fabricante) era: humedad 6,5%; proteína 23%; grasa 26,5%; lactosa 36,5% y cenizas 7,5%. El valor energético determinado mediante un calorímetro isoperibólico AC-500 (LECO instrumentos S.L.) fue de 506,6 kcal/100g. El LR fue diluido en agua a una concentración de 170 g en un litro durante las dos primeras semanas de vida y a 190 g en un litro posteriormente. Se suministró *ad libitum* en 2 tomas diarias (9:00 y 18:00 h), mediante un cubo con tetinas en cada cubículo.

2.3. Sacrificio y condiciones post sacrificio.

Los cabritos fueron sacrificados en el matadero experimental del ICTA a un peso vivo aproximado de 9 kg y tras un periodo de ayuno de 12 h. Se siguió en todo momento las recomendaciones de la Federation of European Laboratory Animal Science Association para animales de experimentación (aturdimiento eléctrico mediante descarga de 90 voltios durante 3 segundos). Las canales fueron refrigeradas a 3°C durante 24 h y posteriormente se realizó el despiece de la canal según el método normalizado, definido por Boccard y Dumont (1955) y modificado por Colomer-Rocher *et al.* (1988).

2.4. Composición tisular.

Para el estudio de la composición tisular se utilizó la espalda de los cabritos, siguiendo las recomendaciones de Tahir *et al.* (1994), Dhanda *et al.* (1999) y Argüello *et al.* (2001). Estos autores comprobaron que es posible estimar la composición tisular de la canal de los cabritos a partir de la composición obtenida en los cortes primarios de la canal (pierna, espalda, costillar, cuello y bajos), principalmente a partir de los cortes de mayor interés comercial, como son la pierna, espalda y costillar.

Una vez realizado el despiece de la canal, la espalda de la media canal izquierda fue envasada al vacío y se mantuvo congelada a -24 °C hasta su disección. Posteriormente, se procedió a su descongelación manteniendo las muestras a 4 °C durante 24 horas. Las disecciones se realizaron en una sala climatizada entre 10 – 14 °C. Antes de realizar las disecciones se controló el peso inicial de la espalda con una balanza de 0,01 gramos de precisión. Con la ayuda de pinzas y bisturí se fueron diseccionando la grasa subcutánea, la grasa intermuscular, músculo, hueso y los restos o desechos que incluye a los principales vasos sanguíneos, ligamentos, tendones y cartílagos.

2.5. Análisis Estadístico.

Para realizar el análisis estadístico de los datos se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS 9.2. (2012), incluyendo en el modelo los efectos de la raza, el sexo, la interacción de raza por sexo y la covariable “peso de la canal”.

RESULTADOS

1. Valores medios y composición tisular

Los valores medios de los pesos de la canal, de la espalda y de su composición tisular, así como su rango y coeficiente de variación se presentan en la Tabla 1. El peso medio de la canal (media \pm desviación estándar) fue de 5222 ± 276 g, con un rango de variación desde 4250 a 5370 g y un CV de 5,28%. La espalda presentó un peso medio de 505 ± 31 g, su rango de variación fue desde 408 a 552 g y su CV de 6,08%. Estos valores con estrecho margen de variación de los pesos concuerdan con las recomendaciones de Dhanda *et al.* (1999), que señalan la necesidad de utilizar pesos de la canal similares para realizar estudios comparativos de la composición tisular. También se comprobó que la suma de pesos de los tejidos presentó una diferencia con el peso inicial de la espalda de $1,40 \pm 0,54\%$, cuyo rango de variación osciló entre 0,05 y 1,95%, inferior a los valores recomendados del 2% por Delfa *et al.* (1992)

Tabla 1. Valores medios, desviación estándar (DS), rango de variación y coeficiente de variación (CV) del peso de la canal, de la espalda y de sus componentes tisulares:

Variable	n	Media	DS	Mínimo	Máximo	CV
Peso canal (g)	48	5222	276	4250	5730	5,28
Peso de la espalda (g)	48	505	31	408	552	6,08
Suma de pesos (g)	48	498	30	402	543	6,01
Diferencia (%)	48	1,40	0,54	0,05	1,95	-
Musculo (g)	48	306	21	220	338	6,88
G. Subcutánea (g)	48	15	4	7	23	29,00
G. Intermuscular (g)	48	51	9	27	72	17,19
Grasa total (g)	48	66	19	36	82	14,54
Hueso (g)	48	108	8	90	123	7,04
Restos ¹ (g)	48	18	3	12	25	17,10
Músculo (%)	48	61,42	1,78	54,45	64,49	2,89
G. Subcutánea (%)	48	3,05	0,85	1,50	4,49	27,99
G. Intermuscular (%)	48	10,19	1,69	6,03	15,00	16,55
Grasa total (%)	48	13,24	1,78	7,94	18,52	13,44
Hueso (%)	48	21,64	1,17	18,80	24,80	5,39
Restos ¹ (%)	48	3,70	0,60	2,32	5,22	16,34

1: Restos de otros tejidos (nervios, tendones, ligamentos, vasos sanguíneos, cartílagos)

Los componentes principales de la espalda, el músculo ($61,42 \pm 1,78\%$) y el hueso ($21,64 \pm 1,17\%$), son los tejidos con menor variabilidad, cuyos CV fueron de 2,89% y 5,39%, respectivamente. Sin embargo, el tejido graso que sólo representó el $13,24 \pm 1,78\%$ del peso total de la espalda fue el componente más variable

(CV=13,44%), particularmente la grasa subcutánea (CV=27,99%). Este tejido empieza a depositar grasa más tardíamente que la grasa intermuscular (Delfa et al., 1994) y por ello, la diversidad de animales utilizados en este trabajo (2 razas y 2 sexos) ha manifestado una gran variabilidad en la deposición de grasa subcutánea. Otros autores como Dhanda *et al.* (1999), Santos *et al.* (2007), Medeiros *et al.* (2011) y Sañudo *et al.* (2012) observaron igualmente que el tejido graso fue el que presentó mayor variabilidad.

En comparación con la carne de cordero lechal, que es el principal competidor de la carne de cabrito en el mercado, y de acuerdo con los valores recogidos por Minguélez *et al.* (2007) procedentes de 7 razas autóctonas españolas con pesos de canal de 5,2-7,5 kg, los valores del presente trabajo mostraron para la carne de cabrito un menor contenido en hueso (21,64%) que la de cordero (24-27,4%) y un contenido en músculo similar (61,42 vs 56,8-62%, respectivamente). El contenido en grasa total de los corderos presentó variaciones importantes con la raza (9-17%), cuyo valor más frecuente fue similar al obtenido en los cabritos (13,24%). Una característica diferencial de estas especies reside en el patrón de distribución de la grasa en los depósitos subcutáneo e intermuscular, ya que el contenido en grasa subcutánea es mayor en corderos y la grasa intermuscular es mayor en cabritos (7,2-8,2 vs 3,05% para la grasa subcutánea y 6,6-8,7 vs 10,19% para la grasa intermuscular, en corderos y cabritos, respectivamente).

Sin embargo, Sañudo *et al.* (2012) comprobaron con cabritos de varias razas españolas y corderos de raza Churra con similar peso de canal (media:4,71-5,83 kg en cabritos y 5,49 kg en corderos), que los cabritos presentaron menor contenido en hueso, mayor contenido en músculo y similar contenido en grasa total, grasa subcutánea y grasa intermuscular que los corderos (21,27-23,00 vs 25,04%, para el hueso más cartílago; 63,05-64,18 vs 61,28% para el músculo; 12,23-12,97 vs 11,87% para la grasa total; 2,94-3,78 vs 4,07% para la grasa subcutánea; 5,55-6,84 vs 5,89% para la grasa intermuscular, en cabritos y corderos respectivamente), pero la grasa preescapular fue similar en una raza de cabritos y en corderos (2,46 vs 1,91%, respectivamente) y fue más alta en otras dos razas de cabritos (2,94 y 3,04%).

Se puede concluir que la composición tisular de las canales de cabritos y corderos lechales de bajo peso es bastante similar, con una variabilidad originada por las razas y

los sistemas de alimentación, que pueden enmascarar las diferencias existentes entre las dos especies.

2. Efecto de la raza de los cabritos

A partir de las canales de cabritos BM y MG con pesos medios similares (Tabla 2), la covariable “*peso de la canal*” fue significativa ($P<0,001$) para el peso de la paletilla y de sus componentes más importantes, músculo y hueso, pero los contenidos de grasa subcutánea, intramuscular y total, así como los restos no fueron afectados por el peso de la canal. Sin embargo, en estos componentes tisulares expresados como porcentajes del peso total, la covariable sólo afectó significativamente ($P<0,05$) al porcentaje de grasa intermuscular.

Tabla 2. Efecto de la raza (R) el sexo (S) de los cabritos y la interacción RxS sobre el peso de la canal, peso de la espalda y de sus tejidos: músculo, grasa (G), hueso y restos.

Variables	Raza		Sexo		Significación Estadística			
	BM <i>n=12</i>	MG <i>n=12</i>	Machos <i>n=12</i>	Hembras <i>n=12</i>	R	S	RxS	Cov
Peso canal (g)	5221±53	5215±55	5255±55	5182±53	ns	ns	ns	-
Peso espalda (g)	503±5	492±5	499±5	496±5	ns	ns	ns	***
Músculo (g)	311±3	301±4	309±4	303±3	*	ns	ns	***
G. Subcutánea (g)	15±1	15±1	15±1	16±1	ns	ns	ns	ns
G. Intermuscular (g)	51±2	49±2	47±2	54±2	ns	**	ns	ns
G. Total (g)	67±2	64±2	62±2	70±2	ns	**	ns	ns
Hueso (g)	107±1	108±1	111±1	105±1	ns	**	ns	***
Restos¹ (g)	19±1	18±1	19±1	18±1	ns	ns	ns	ns
Musculo (%)	61,75±0,33	61,11±0,35	61,81±0,35	61,06±0,33	ns	ns	ns	ns
G. Subcutánea (%)	3,01±0,17	3,10±0,18	2,96±0,18	3,16±0,17	ns	ns	ns	ns
G. Intermuscular (%)	10,23±0,28	10,04±0,29	9,34±0,29	10,93±0,28	ns	***	*	*
Grasa total (%)	13,25±0,30	13,14±0,31	12,31±0,31	14,08±0,30	ns	***	ns	ns
Hueso (%)	21,31±0,20	22,04±0,21	22,15±0,21	21,21±0,20	*	**	ns	ns
Restos¹ (%)	3,68±0,12	3,70±0,12	3,74±0,12	3,65±0,12	ns	ns	ns	ns
Musculo/hueso (%)	2,91±0,04	2,78±0,04	2,80±0,04	2,89±0,04	*	ns	ns	ns
Musculo/grasa (%)	4,74±0,14	4,77±0,14	5,10±0,14	4,41±0,14	ns	***	ns	ns
Carne/hueso (%)	3,53±0,04	3,38±0,04	3,36±0,04	3,55±0,04	**	**	ns	ns

*1: Restos de otros tejidos (nervios, tendones, ligamentos, vasos sanguíneos, cartílagos). BM: Boer x Murciano; MG: Murciano Granadina; Cov: Covariable; ns: no significativo ($P>0,05$); *: $P<0,05$; **: $P<0,01$; ***: $P<0,001$*

El cruzamiento de la raza MG con la raza B no influyó significativamente ($P>0,05$) sobre el peso de la espalda en los cabritos y tampoco originó efectos importantes en la cantidad (gramos) de los diferentes tejidos (músculo, grasa y hueso) estudiados. No obstante, se observó un efecto significativo ($P<0,05$) sobre el contenido en músculo, que fue un poco mayor en los cabritos BM que en los MG (311 ± 3 vs 301 ± 4 g, respectivamente). El contenido en hueso, grasa (subcutánea, intermuscular y total) y los restos fueron similares en los dos tipos de cabritos.

Sin embargo, en los componentes tisulares expresados en porcentaje del peso total únicamente el contenido en hueso fue afectado significativamente ($P<0,05$) por el cruzamiento. Los cabritos BM presentaron menor contenido de hueso que los MG ($21,31\pm 0,20$ vs $22,04\pm 0,21\%$, respectivamente). En consecuencia, las relaciones músculo/hueso y músculo+grasa/hueso (carne/hueso) fueron mejores en los cabritos procedentes del cruzamiento BM que en los MG, cuyos valores fueron de $2,91\pm 0,04$ vs $2,78\pm 0,04\%$ ($P<0,05$) para la relación músculo/hueso y de $3,53\pm 0,04$ vs $3,38\pm 0,04\%$ ($P<0,01$) para la relación carne/hueso, respectivamente. Estas diferencias indican que la cantidad de carne comestible en relación al hueso fue ligeramente mayor en los cabritos cruzados BM que en los MG, lo que representa una ventaja comercial para las canales de los cabritos obtenidos del cruzamiento BM.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sañudo (2008), que comprobaron en cabritos lechales de 5 razas autóctonas españolas (4 de carne y una de leche), que los cabritos de raza MG presentaron mayor contenido en hueso (22,88%), junto con la raza Negra Serrana (22,31%), mientras que las razas Blanca Celtibérica, Moncaína y Pirenaica presentaron valores más bajos (20,69; 21,07 y 20,63%, respectivamente). También Sanz y Sanz Sampelayo (2005) en cabritos de raza MG con 8 kg de peso, y Marichal *et al.* (2003) en cabritos de razas lecheras de la Agrupación Canaria con 10 kg de peso obtuvieron elevados porcentajes de hueso (27,15% y 29,17%, respectivamente).

Dhanda *et al.* (1999) comprobaron que el cruzamiento de una raza lechera, como la Saanen, con una raza de carne, como la Feral de Australia, originó en los cabritos un mayor contenido en hueso (25,1%) que en la raza Feral (23,4%), con peso de sacrificio de 14 a 22 kg. Igualmente Medeiros *et al.* (2011) observaron que una raza lechera como la Alpina, que presentaba en sus cabritos un contenido en hueso del 23,93%, cuando era cruzada con una raza de aptitud mixta (Anglo Nubiana) o con la raza B en diferentes

cruces (1/2B, 3/4B o triple cruce de Alpina, Anglo Nubiana y Boer), se reducía el contenido en hueso (20,14% - 21,78%) de los cabritos sacrificados a 25, 30 y 35 kg.

Sin embargo, Oman *et al.* (2013) cruzaron una raza dedicada a la producción de carne, la Spanish (S) con la raza B y sacrificaron los cabritos a la edad de 254 días, con unos pesos de 38 kg en BxS y 33 kg en B. Comprobaron que la composición tisular era similar en los dos tipos de animales si los cabritos recibían la misma alimentación.

Stanisz *et al.* (2008) compararon una raza rústica de producción de carne, la Whine Improyect de Polonia, con sucesivos cruces de la raza B (0%; 25%, 50% y 75% de sangre Boer) en cabritos de 20 kg de peso al sacrificio. Comprobaron que al aumentar el % de sangre Boer en los cabritos se redujo la edad de sacrificio y el porcentaje de hueso en la canal (25,06%; 23,44%; 21,49% y 20,98%, respectivamente), mientras que el contenido en músculo fue similar en todos los genotipos (media: 64,28%) y el contenido de grasa aumentó (10,11%; 12,24%; 14,25% y 15,31%). Los cruzamientos con raza B mejoraron el crecimiento de los cabritos y la relación carne/hueso de la canal.

La raza MG, como otras razas lecheras, presenta un mayor porcentaje de hueso en la canal que otras razas dedicadas a la producción de carne. El cruzamiento de la raza MG con la raza Boer permitió reducir el porcentaje de hueso y mejorar la relación carne/hueso de la canal, sin alteraciones importantes del contenido en músculo y grasa. Aunque las razas lecheras tienden a depositar menor proporción de grasa en la canal y mayor proporción de grasa interna que la razas de carne (Gall, 1982), en este trabajo no se ha podido comprobar, debido quizás al bajo peso de sacrificio de los animales.

3. Efecto del cruzamiento B x MG en machos y hembras

El peso de la espalda fue similar en hembras y machos. El sexo de los cabritos afectó significativamente ($P < 0,01$) a la cantidad (gramos) de grasa (total e intermuscular) y de hueso (Tabla 2); así como al porcentaje que estos tejidos representan respecto al peso total ($P < 0,001$ para grasa total e intermuscular y $P < 0,01$ para el hueso). La interacción de la raza con el sexo solamente fue significativa ($P < 0,05$) para el porcentaje de grasa intermuscular, indicando que la diferencia entre machos y hembras es distinta en los cabritos BM respecto a los MG. Sin embargo, el

contenido en grasa subcutánea, músculo y los restos no fueron afectados significativamente ($P>0,05$) por el sexo de los cabritos.

Las hembras presentaron un mayor cantidad de grasa (gramos) que los machos, tanto en la grasa total (70 ± 2 vs 62 ± 2 g, respectivamente) como en la grasa intermuscular (54 ± 2 vs 47 ± 2 g, respectivamente). También el porcentaje de grasa total fue mayor en hembras que en machos ($14,08\pm 0,30$ vs $12,31\pm 0,31\%$, respectivamente) y lo mismo sucedió con el porcentaje de grasa intermuscular, pero la diferencia mostrada entre sexos fue más importante en los cabritos del cruzamiento BM ($+2,49\%$) que en los MG ($+0,68\%$).

El porcentaje de hueso fue mayor en machos que en hembras ($22,15\pm 0,21$ vs $21,21\pm 0,20$, respectivamente) y la proporción de músculo fue similar ($61,81\pm 0,35$ vs $61,06\pm 0,33$, respectivamente) en ambos sexos. Las hembras presentaron canales un poco más engrasadas que los machos, con una relación músculo/grasa significativamente ($P<0,001$) menor ($4,41\pm 0,14$ vs $5,10\pm 0,14$, respectivamente), pero con una proporción de carne/hueso significativamente ($P<0,01$) mayor que los machos ($3,55\pm 0,04$ vs $3,36\pm 0,04$, respectivamente).

Los valores medios de la composición tisular en machos y hembras de los dos genotipos de cabritos estudiados se muestran en la Tabla 3. En la raza MG, a excepción del porcentaje de grasa total, que fue mayor en hembras que en machos ($P< 0,05$) los restantes componentes tisulares no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) entre animales de los dos sexos.

Sin embargo en los cabritos cruzados BM las hembras presentaron, respecto a los machos, un contenido significativamente menor ($P<0,05$) de hueso (gramos) y de los porcentajes de músculo y de hueso, mientras que la proporción de grasa intermuscular y grasa total fue significativamente mayor ($P<0,001$) en las hembras. La relación músculo/grasa fue más alta en los machos ($P<0,01$) y la relación carne/hueso fue superior ($P<0,05$) en las hembras. Por lo tanto la mejor relación carne/hueso encontrada conjuntamente para todas las hembras frente a los machos se debió principalmente a los animales BM.

La comparación entre animales del mismo sexo permitió comprobar que en los machos MG y BM no hubo diferencias significativas en ningún tejido, mientras que en

las hembras el contenido en hueso fue significativamente ($P<0,01$) menor en los animales BM, que presentaron una relación carne hueso significativamente ($P<0,05$) mayor que los de raza MG.

Tabla 3. Valores medios estimados por mínimos cuadrados del peso de la canal, peso de la espalda y sus componentes tisulares.

VARIABLE	Boer x Murciana		Murciana	
	Macho <i>n</i> =12	Hembra <i>n</i> =12	Macho <i>n</i> =12	Hembra <i>n</i> =12
Peso canal (g)	5227±78	5216±72	5284±78	5147±78
Peso espalda (g)	505±8	501±7	494±8	490±8
Musculo (g)	315±5	306±5	302±5	300±5
G. Subcutánea (g)	16±1	15±1	14±1	17±1
G. Intermuscular (g)	46±2	57±2	48±2	51±2
G. Total (g)	61±3	78±2,	62±3	67±3
Hueso (g)	110±2	104±2	111±2	106±2
Restos otros tejidos (g)	18±1	20±1	19±1	17±1
Musculo (%)	62,45±0,50	61,06±0,46	61,16±0,49	61,07±0,49
G. Subcutánea (%)	3,11±0,25	2,92±0,24	2,81±0,25	3,38±0,25
G. Intermuscular (%)	8,99±0,42a	11,48±0,39b	9,70±0,42ac	10,38±0,42bc
Grasa total (%)	12,10±0,45	14,40±0,42	12,51±0,45	13,76±0,45
Hueso (%)	21,85±0,30	20,77±0,28	22,44±0,30	21,64±0,30
Restos (%)	3,59±0,18	3,77±0,17	3,89±0,18	3,52±0,18
Musculo/hueso (%)	2,87±0,05	2,95±0,05	2,73±0,05	2,82±0,05
Musculo/grasa (%)	5,16±0,21	4,31±0,19	5,05±0,21	4,50±0,21
Carne/hueso (%)	3,42±0,06	3,65±0,06	3,29±0,06	3,46±0,06

Letras distintas indican diferencias significativas ($P<0,05$)

Sanz y Sanz (2005) estudiaron la composición tisular de la pierna en cabritos MG de 8 kg y comprobaron que la hembras presentaron un mayor contenido que los machos en músculo (59,78 vs 58,07%) y en grasa intramuscular (14,03 vs 12,02%), pero en la grasa subcutánea e intermuscular no encontraron diferencias significativas y tampoco en contenido en hueso (26,5 vs 27,8 en hembras y machos respectivamente, $P=0,06$).

Mahgoub y Lu (1998) estudiaron en dos razas de diferente tamaño la composición tisular de los cabritos sacrificados a los 11 y 18 kg de peso. Comprobaron que mientras en los animales de menor peso (11 kg) no hubo diferencias significativas

en la composición tisular entre machos y hembras, en los animales de mayor peso (18 kg) las diferencias de composición tisular entre sexos fueron más importantes, en las dos razas estudiadas. Igualmente Santos *et al.* (2007) no encontraron diferencias en la composición tisular de machos y hembras en cabritos de peso bajo (8 a 11 kg). Estos autores realizaron su estudio en dos razas portuguesas y el cruce entre ambas razas y no encontraron diferencias entre machos y hembras en los tres genotipos.

Sin embargo, Medeiros *et al.* (2011) comprobaron en cabritos de 25, 30 y 35 kg que las hembras presentaban mayor contenido en grasa total y grasa subcutánea que los machos, pero el contenido en grasa intermuscular y el porcentaje de músculo fue similar en ambos sexos. El contenido en hueso fue mayor en machos que en hembras y la proporción de otros tejidos no fue afectada significativamente por el sexo de los cabritos.

Aunque hay diferencias entre razas, las hembras tienden a presentar un contenido en músculo similar a los machos, un contenido en hueso menor y un contenido en grasa total y grasa intermuscular mayor que los machos, con una mejor relación carne/hueso. El cruzamiento de una raza lechera como la MG con la raza Boer, no alteró la composición tisular en los machos y se redujo el contenido en hueso de las hembras, mejorando con ello la proporción de carne/hueso en la canal. Sin embargo, en cabritos lechales con bajo peso de sacrificio, como son los consumidos en España, las diferencias de composición tisular entre machos y hembras son poco importantes.

CONCLUSIONES

- En los machos, el cruzamiento no alteró la composición tisular de la canal.
- En las hembras, el cruzamiento redujo el contenido en hueso y mejoró la relación carne/hueso de la canal.

BIBLIOGRAFIA

- Argüelo, A., Capote, J., Ginés, R., López, J.L. 2001. Prediction of kid carcass composition by use of joint dissection. *Livestock Production Sci.* 67: 293-295.
- Baraja-Vásquez, G. E., Baldwin-Sevilla, C., Barbosa-Cisneros, O. Y. y Sánchez Rodríguez, S. H. 2005. Las Proteínas de estrés calórico Hsp60, 70 y 90 participan en la adaptación de los caprinos a las zonas áridas. *Revista Electrónica Veterinaria REDVET* Vol. VI. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305.html>
- Bañón, S., Vila, R., Price, A., Ferrandini, E., Garrido, M.D. 2006. Effects of goat milk replacer diet on meat quality and fat composition of suckling goat kids. *Meat Science* 72: 216-221.
- Browning R. Jr. y Leite-Browning M. L. 2011. Birth to weaning kid traits from a complete diallel of Boer, Kiko, and Spanish meat goat breeds semi-intensively managed on humid subtropical pasture. *J. Anim. Sci.* 89: 2696-2707.
- Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P. y Kirton, A. H., 1987. Standard methods and Procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livest. Prod. Sci.*, 17: 149-159.
- Delfa R., Teixeira, A. y Colomer-Rocher, F. 2005. Composición regional y tisular de la canal caprina. En: *Monografías INIA: Serie Ganadera n° 3 – 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes.* 189-198.
- Delfa R., Teixeira, A. y González C., 1992. Composición de la canal. Medida de la composición. En: *Calidad de la canal ovina (III). Ovis. Monografía 23,* 9-22.
- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., Murray P.J. y Mccosker, J. E., 1999. The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 3. Meat quality. *Meat Science* 52: 363-367.

- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., Mccosker, J. E., Murray P.J. 1999. The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 3. Dissected carcass composition. *Meat Science* 52: 369-374.
- FAOSTAT., 2014. Food and Agriculture Organization of United Nations. Obtenido de: <http://Faostat.fao.org/>.
- Félix U. L., Félix U. D., Rubio L. M.S., Méndez M.R.D., Trujillo G.A.M. 2001. Análisis comparativo de carne y productos cárnicos de cabrito Alpino Francés (3/4) con Boer (1/4). *Téc Pecu Méx.* 39(3)237-244.
- Goonewardene, L.A., Day P.A., Patrick, N., Scheer, H.D., Patrick D. y Suleiman, A. 1998. A preliminary evaluation of growth and carcass traits in Alpine and Boer goat crosses. *Can. J. Anim. Sci.* 78: 229-232.
- Husain M.H., Murray, P.J. y Taylor, D.J. 2000. Meat quality of first and second cross capretto goat carcasses. *Asian- Aus. J. Anim. Sci.* 13: 174:177.
- Johnson, D., McGowan, C., Nurse, G. y Anous, M., 1995. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. *Small Ruminant Research.* 17: 57-63.
- Mahgoub, O. y Lu, C. D. 1998. Growth, body composition and carcass tissue distribution in goats of large and small sizes. *Small ruminat Research.* 27: 267-278.
- MAGRAMA., 2014. Carnes y Productos Cárnicos. Cabrito. Obtenido de: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/información/cabrito_tcm7-315386.pdf
- Malan, S. W. 2000. The Improved Boer goat. *Small Ruminant Res.* 36: 165-170.
- Marichal, A., Castro, N., Capote, J., Zamorano, M.J., Argüelo, A. 2003. Effects of live weight at slaughter (6, 10 and 25 kg) on kid carcass and meat quality. *Livestock production Science* 83: 247-256.

- Medeiros, B. B. L., Gonçalves, H.C., Leal de Meneses, J. J., Rodrigues, L., Lara-Canizaares, G. I., Furlans, M. M., 2011. Composición tisular de la pierna de cabritos jóvenes en función de la Raza, Peso al sacrificio y Sexo. B. Industr. Anim., 68: 27-36.
- Miguélez, E., Zumalacárregui, J. M., Osorio, M. T., Mateo, J. 2007. Características de la canal de cordero lechal de diversas razas producidas en España. (Revisión Bibliográfica). Separata ITEA 103: 14-30.
- MURCIGRAN., 2014. Distribución y Censo. Obtenido de: <http://www.murcigran.es/la-raza-murciano-granadina/4-distribucion-y-censo>
- Pérez-Baena, I., Dorantes, J., Sanchez-Quinche, A., Gutiérrez, A., Fernández, N., Rodríguez, M., Gómez, E. A. y Peris, C., 2013. Características de recimiento de cabritos Murciano Granadinos Puros y procedentes del cruce con Sementales Especializados Cárnicos de la Raza Boer. Primeros Resultados. Tierras Caprino. 6: 64-68.
- Pérez-Baena, I. y Franch-Dasí, J. 2014. Reflexiones sobre la situación actual, evolución y perspectivas de futuro del sector caprino a nivel mundial. Tierras Caprino. 9: 78-82.
- Premasundeba, A.S., Ravindran, V., De silva, G.P.L. y Jeyalingavatkani, S. 1998. Crossbreeding Trials with Boer Goats in Shi Lanka: Effects on the Birth Weights of kids. Der tropenlandwirt, beiträge zur tropischen landwirtschaft und Veterinärmedizin. 99: 43-48
- Rojas, A. y Meneses, R., 2004. Características de la Raza Boer. Instituto de investigaciones agropecuarias. Chile. 115: 1-15.
- Santos, V.A.C., Silva, A. O., Cardoso, J. V. F., Silvestre, A. J. D., Silva, S. R., Martins, C., Azevedo, J. M. T. 2007. Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by te PGI “Cabrito de Barroso”. Meat Science 75:725-736.
- Sanz Sampelayo, M.R., 2008. Respuesta de la cabra al calor. Albeitar. 116: 10-11.

- Sanz Sampelayo, M.R., Hernández-Clua, O.D., Naranjo, J.A., Gil, F. and Boza, J. 1990. Utilization of goat milk vs. Milk Replacer for Granadina Goat Kids. *Small Rumin Res.*, 3: 37-46.
- Sanz Toro, B. y Sanz Sampelayo, M.R. 2005. Efectos de la estacionalidad de la paridera y el sexo sobre el crecimiento y la composición de la pierna en los cabritos lechales de la raza Murciano-Granadina. *Lactancia Natural*. Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.
- Sañudo, C. 2008. Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los consumidores. *R. Bras. Zootec.* 37.
- Shrestha, J. N. B. y Fahmy M. H. 2007. Breeding Goats for meat production 2. Crossbreeding and formation of composite population. *Small Ruminant Research*. 67: 93-112.
- Solaiman, S., Min, B.R., Gurung, N., Behrends, J. y McElhenney, 2012. Effects of breed and harvest age on feed intake, growth, carcass traits, blood metabolites, and lipogenic gene expression in Boer and Kiko goats. *J. Anim. Sci.* 90: 2092-2108.
- Stanisz, M., Slósarz, P. y Gut A. 2009. Slaughter value and meat quality of goat kids with various share of boer blood. *Anim. Sci. Papers and Reports* 3: 189-197.
- Van Niekerk W. A. y Casey N.H. 1988. The Boer goat. II. Growth, nutrient requirements, carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*. 4: 355-368.
- Webb, E., Cassey, N. y Simela, L. 2005. Goat Meat Quality. *Small Ruminant Research*. 60: 153-166.