ITEA (2002), Vol. 98A N.° 1, 39-50

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL DE CABRITOS POR ULTRASONOGRAFÍA *IN VIVO*

V. Cadavez*, S. Rodrigues*, E. Pereira*, R. Delfa, A. Teixeira***

* Escuela Superior Agraria de Bragança Apdo. 172, 5301-855 Bragança, Portugal E-mail:vcadavez@ipb.pt

** Unidad de Tecnología en Producción Animal, SIA-DGA. 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

Mediante la utilización de un aparato de ultrasonidos ALOKA SSD-500V equipado con una sonda 7,5 MHz, se realizaron diferentes medidas de profundidad del músculo *longissimus dorsi* (PMLD), del espesor de grasa subcutánea (EGS) entre la 12-13ª vértebras torácicas o dorsales (D12), 1-2ª (L1) y 3-4ª (L3) vértebras lumbares y del espesor de la grasa esternal en la 1ª (EGE1), 2ª (EGE2), 3ª (EGE3) y 4ª (EGE4) esternebras en 20 cabritos machos de raza Serrana, Variedad Transmontana. Tras el sacrificio de los animales las mencionadas mediciones fueron realizadas asimismo en la canal con un calibre.

La mitad izquierda de la canal fue despiezada en ocho piezas, que fueron agrupadas en tres categorías comerciales: 1. primera: pierna, entrada y costillas de lomo; 2. segunda: costillas de palo, espalda y badal y 3. tercera: bajos y cuello. Tras el despiece las piezas fueron diseccionadas con bisturí para obtener sus componentes: músculo, hueso + desechos, grasa subcutánea intermuscular.

Los ultrasonidos permitieron estimar con elevada precisión las medidas de EGE. En lo que concierne a las medidas de PMLD, los coeficientes de correlación oscilaron alrededor de 0,70 y fueron estadísticamente significativos ($P < 0,05$), excepto para la medida PMLDL3 que fue de 0,621 ($P > 0.05$).

El peso vivo fue la primera variable en ser admitida en los modelos de predicción (por regresión lineal, siguiendo el método stepwise) del peso de las piezas de primera, segunda y tercera categoría de la canal, explicando 99,2, 99,1 y 88,8% de la variación, respectivamente. Además, el peso vivo matadero (PVM) fue la única variable independiente en los modelos de predicción del peso del músculo de las piezas de tercera categoría y de la canal entera, explicando 98,8 y 98.7% de la variación del mismo.

Palabras clave: Canal, Composición, Cabritos, Ultrasonidos.

SUMMARY

PREDICTION OF KIDS CARCASS COMPOSITION BY *IN VIVO* ULTRASONOGRAPHY

Ultrasonic measurements of the muscle *longissimus dorsi* depth (PMLD), subcutaneous fat thickness (EGS) between the 12^{th}-13^{th} dorsal vertebra (D12), 1^{st}-2^{nd} (L1) and 3^{rd}-4^{th} (L3) lumbar vertebra and breast bone tissue thickness at 1^{st} (EGE1), 2^{nd} (EGE2),

3rd (EGE3) and 4th (EGE4) sternebra were taken on 20 kids from Serrana breed. After slaughter the homologous measurements were taken on the carcass with a calliper.

The left side was spitted into eight standardized commercial joints that were grouped in three commercial categories: 1. first: leg, chump and loin; 2. second: ribs, anterior ribs and shoulder and 3. third: breast and neck. Each joint was then dissected into muscle, bone + remainder, subcutaneous fat and inter-muscular fat.

The ultrasounds allowed EGE measurements with high precision. In respect to the PMLD measurements, the correlation coefficients were around 0.70 and statistically significant ($P < 0.05$), except for the PMLDL3 measurement that was 0.621 ($P > 0.05$).

Slaughter live weight was always the first variable admitted in prediction models (by stepwise regression) of the first, second and third category carcass joints weight, accounting for 99.2, 99.1 and 88.8% of the variation, respectively. In addition, this was the only independent variable admitted by the third category joints and whole carcass muscle prediction models, accounting for 98.8 and 98.7% of the variation, respectively.

Key words: Carcass, Composition, Kids, Ultrasounds.

Introducción

En Portugal existe un producto caprino con Denominación de Origen Protegida y cinco con Indicación Geográfica Protegida provenientes de razas caprinas autóctonas. Estos productos son comercializados como productos de "calidad", todavía el mercado tradicional de animales/canales utiliza el peso como variable principal en el establecimiento del precio de comercialización.

En los animales vivos con destino a la producción de carne su valor económico depende de la composición de su canal. Así, su evaluación es de primordial importancia para el carnicero que tiene que satisfacer las necesidades de sus clientes. Es también importante para el productor que debe adecuar el manejo y sistema de producción para satisfacer las necesidades del mercado. La evaluación *in vivo* puede desempeñar un papel extremadamente importante en la comercialización de los animales vivos, permitiendo establecer el valor del animal/canal. También lo es en programas de selección de reproductores y en investigación científica, principalmente en experiencias de nutrición y alimentación.

Para DELFA y TEIXEIRA (1998) la evaluación de la calidad de la canal y su valor económico, deben basarse en la proporción de piezas obtenidas de la canal y en la composición tisular de cada pieza. Varios trabajos han demostrado la elevada precisión de los ultrasonidos juntamente con el peso vivo, para la predicción in vivo de la composición tisular de la canal en cabritos (STANFORD *et al.*, 1995; DELFA *et al.*, 1999) y en cabras (DELFA *et al.*, 1998; DELFA *et al.*, 2000).

Este trabajo tuvo como objetivos: 1. evaluar la precisión de los ultrasonidos para determinar el espesor de la grasa subcutánea en las regiones dorsal y esternal, así como la profundidad del músculo *longissimus dorsi* y 2. desarrollar modelos de predicción *in vivo* de la composición de la canal, por regresión lineal método stepwise, usando como variables independientes el peso vivo y las medidas de ultrasonidos realizadas *in vivo*.

Material y métodos

En el presente trabajo se utilizaron 20 cabritos machos de la raza Serrana – Variedad Transmontana, autóctona del nordeste de Portugal. Los animales estuvieron sujetos a las condiciones de manejo del rebaño de caprinos de la Escuela Superior Agraria de Bragança.

Veinticuatro horas antes del sacrificio, utilizando un aparato de ultrasonidos ALOKA SSD-500V equipado con una sonda 7,5 MHz de frecuencia, se efectuaron diferentes medidas de profundidad del músculo *longissimus dorsi* entre la 12-13ª vértebras torácicas (PMLDT12), 1-2ª (PMLDL1) y 3-4ª (PMLDL3) vértebras lumbares, del espesor de grasa subcutánea entre la 12-13ª vértebras torácicas (EGST12), 1-2ª (EGSL1) y 3-4ª (EGSL3) vértebras lumbares, así como medidas del espesor de la grasa esternal en la 1ª (EGE1), 2ª (EGE2), 3ª (EGE3) y 4ª (EGE4) esternebras en su punto medio tal como fue descrito por DELFA *et al.* (1999).

Tras un ayuno de 24 horas, los cabritos fueron pesados y sacrificados, según la reglamentación vigente, en el matadero experimental de la Escuela Superior Agraria de Bragança. Después de 24 horas de refrigeración en cámara fría a 4 °C, las canales fueron desprovistas de la grasa pélvica y renal para obtener la grasa pélvico-renal total de la canal. Las canales fueron escindidas siguiendo el plano sagital, en la línea esternal y en la pared del vientre, para dividirse en dos mitades, aparentemente simétricas. Las medidas homólogas a las obtenidas con ultrasonidos fueron obtenidas con calibre tal como fue descrito por DELFA *et al.* (1999).

La mitad izquierda fue despiezada en ocho piezas comerciales de acuerdo con el corte de la Estação Zootécnica Nacional (figura 1) siguiendo las indicaciones efectuadas por TEIXEIRA (1984). De acuerdo con

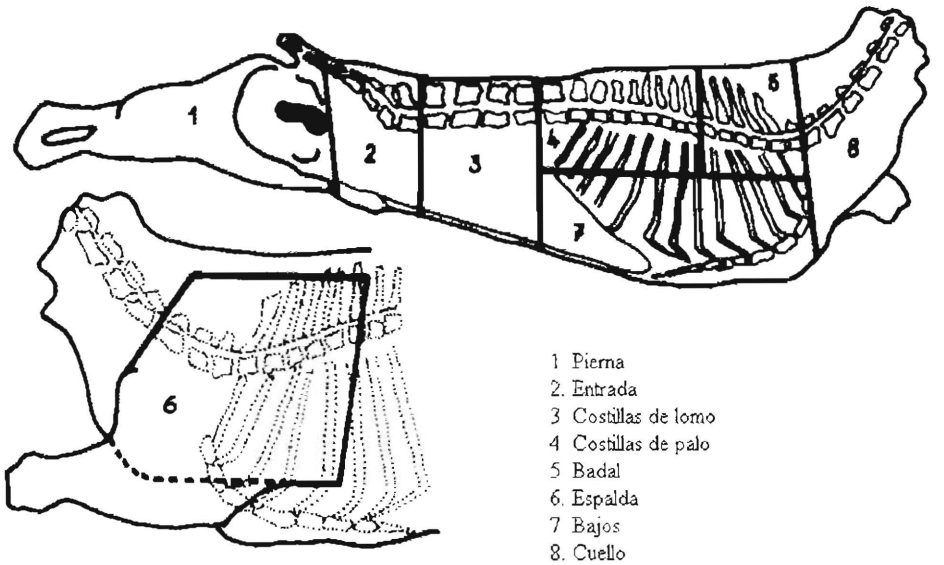


Figura 1. Representación esquemática del despiece EZN.
Figure 1. Schematic representation of EZN jointing procedure.

el método de despiece agrupamos las piezas en tres categorías comerciales: 1. primera: pierna, entrada y costillas de lomo; 2. segunda: costillas de palo, espalda y badal y 3. tercera: bajos y cuello. Tras el despiece, las piezas fueron diseccionadas con bisturí para obtener sus componentes: músculo, hueso + desechos (ganglios, grandes vasos sanguíneos, tendones, ligamentos y gruesas fascias de tejido conjuntivo asociados a varios músculos), grasa subcutánea intermuscular.

La relación entre las medidas de los tejidos obtenidas por ultrasonidos y sus medidas homólogas obtenidas en la canal con el calibre fueron establecidas por correlación lineal (STEEL y TORRIE, 1982). Se desarrollaron modelos de predicción de la composición de la canal por regresión lineal según el método Stepwise (BENDEL y AFIFI, 1977), utilizando como variables independientes las medidas de ultrasonidos y el peso vivo matadero. Los modelos fueron evaluados por el coeficiente de determinación (R^2) y la desviación estándar residual (DER). En los modelos desarrollados siempre que el intercepto se mostró estadísticamente no significativo ($P > 0,05$), éstos fueron reestructurados sin la inclusión del mismo. Todos los análisis fueron desarrollados con el paquete estadístico SAS (1998).

Resultados y discusión

En el cuadro 1 se presenta la media, desviación estándar y coeficiente de variación del peso vivo matadero, de las medidas obtenidas *in vivo* por ultrasonidos y de las obtenidas post-mortem en la canal con el calibre.

Los coeficientes de correlación entre las medidas realizadas por ultrasonidos y las realizadas en la canal con el calibre se presentan en el cuadro 2. Los coeficientes de correlación obtenidos para las medidas de espesor de grasa subcutánea fueron próximos a cero, al nivel de las tres localizaciones estudiadas. Estos resultados fueron debidos a los reducidos valores de EGS de los animales estudiados (cuadro 1). De hecho, la baja deposición de grasa subcutánea en los caprinos está ampliamente documentada (OWEN *et al.*, 1978; MORAND-FEHR, 1981; DELFA *et al.*, 1994; TEIXEIRA *et al.*, 1995). Así, durante las mediciones con el calibre en la canal observamos una gran dificultad en su realización, tal como demuestran los elevados coeficientes de variación para estas medidas (cuadro 1). Por otro lado, la capacidad de resolución del aparato de ultrasonidos (1 mm) dificulta la obtención de medidas muy pequeñas. DELFA *et al.* (1999 y 2000) encontraron coeficientes de correlación superiores a 0,7 para las medidas de espesor de grasa subcutánea realizadas en diferentes localizaciones de la región lumbar, aunque, estos datos fueron obtenidos en cabritos con peso vivo matadero muy superior (21,6 kg) al de los animales de este trabajo, y en cabras adultas de raza Blanca Celtibérica, respectivamente. Esta diferencia puede justificar los coeficientes de correlación encontrados por estos autores, en virtud del mayor desarrollo del tejido adiposo subcutáneo. Este mayor desarrollo permite una mejor visualización de los tejidos en el aparato de ultrasonidos, además de una medición más precisa con el calibre a nivel de la canal.

Respecto a las medidas de EGE podemos verificar que los ultrasonidos estiman con elevada precisión su espesor. De hecho, los coeficientes de correlación encontrados fueron superiores a 0,8 ($P < 0,01$), excepto para la medida EGE1 que fue de 0,653 ($P > 0,05$). Estos resultados están de acuerdo con

Cuadro 1. Media, desviación estándar y coeficiente de variación del peso vivo matadero, de las medidas obtenidas *in vivo* por ultrasonidos y en la canal con calibre
Table 1. Mean, Standard deviation and coefficient of variation of slaughter live weight, in vivo *ultrasound measurements and carcass calliper measurements*

Variable	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación
PVM (kg)	12,6	2,99	0,24
Medidas de ultrasonidos (cm)			
EGST12	0,10	0,02	0,19
EGSL1	0,09	0,02	0,17
EGSL3	0,10	0,01	0,14
EGE1	1,52	0,25	0,17
EGE2	1,49	0,31	0,2
EGE3	1,31	0,33	0,25
EGE4	1,04	0,32	0,31
PMLDT12	1,52	0,23	0,15
PMLDL1	1,54	0,22	0,14
PMLDL3	1,61	0,21	0,13
Medidas de canal (cm)			
EGST12	0,07	0,04	0,55
EGSL1	0,06	0,03	0,43
EGSL3	0,09	0,05	0,49
EGE1	1,38	0,33	0,24
EGE2	1,49	0,36	0,24
EGE3	1,49	0,30	0,20
EGE4	1,38	0,30	0,22
PMLDT12	1,99	0,36	0,18
PMLDL1	1,98	0,29	0,15
PMLDL3	1,85	0,25	0,14

los obtenidos por DELFA *et al.* (1997) en cabritos de raza Angora. También, resultados similares fueron obtenidos por DELFA *et al.* (1999 y 2000) en cabritos y cabras adultas de raza Blanca Celtibérica, en los cuales obtuvieron a nivel de la medida EGE4 coeficientes de correlación comprendidos entre 0,79 ($P < 0,01$) y 0,94 ($P < 0,001$). La configuración anatómica y el gran desarrollo del tejido adiposo en la región esternal permiten una buena evaluación de sus dimensiones. Así, las mejores correlaciones se obtienen en esta región anatómica.

En lo que concierne a las medidas de PMLD, los coeficientes de correlación están alrededor de 0,70 y son estadísticamente significativos ($P < 0,05$), excepto para la medida PMLDL3 que fue de 0,621 ($P > 0,05$). También DELFA *et al.* (1999) encontraron valores de 0,80 ($P < 0,01$) y 0,71 ($P < 0,01$) a nivel de la primera vértebra lumbar a 2 y 4 cm de distancia de la columna vertebral, respectivamente. Aunque, estos valores se muestran superiores a los encontrados por STANFORD *et al.* (1995) con un máximo de 0,62 a nivel de la prime-

Cuadro 2. Coeficientes de correlación (r) entre las medidas *in vivo* de ultrasonidos y las medidas homólogas obtenidas con calibre en la canal

Table 2. Correlations coefficients (r) between in vivo *ultrasound measurements and the homologous measurements taken on the carcass with a calliper*

	Ultrasonidos									
Canal	EGST12	EGSL1	EGSL3	EGE1	EGE2	EGE3	EGE4	PMLDT12	PMLDL1	PMLDL3
EGST12	-0,228ns									
EGSL1		0,08ns								
EGSL3			0,133ns							
EGE1				0,653ns						
EGE2					0,805**					
EGE3						0,827**				
EGE4							0,807**			
PMLDT12								0,741*		
PMLDL1									0,717*	
PMLDL3										0,621ns

(ns) no significativo; (*) $P < 0,05$; (**) $P < 0,01$

ra vértebra lumbar en cabritos de raza Alpine, debemos dejar constancia que en estos trabajos, además de la subjetividad propia de la interpretación de las imágenes de ultrasonidos, la utilización de sondas con diferentes frecuencias (5 y 3,5 MHz, respectivamente), hacen que sean de difícil comparación.

En el cuadro 3 se presentan las ecuaciones de predicción del peso de las piezas comerciales de la canal así como el coeficiente de determinación (R^2) y la desviación estándar residual (DER) asociados.

Todos los modelos desarrollados se mostraron altamente significativos ($P < 0,001$). Según lo referido anteriormente, siempre que lo intercepto de las ecuaciones fue retirado de los modelos, como sería de esperar, este procedimiento permitió mejorar la precisión de las estimativas, pues observamos una mejora del coeficiente de determinación y una disminución de la desviación estándar residual. El peso vivo fue la primera variable en ser admitida por todos los modelos, explicando 99,2, 99,1 y 88,8% de la variación del peso de las piezas de primera, segunda y tercera categoría de la canal, respectivamente. La inclusión de las medidas de ultrasonidos provocó una ligera mejoría del coeficiente de determinación de los modelos entre 0,2 a 3,1 unidades porcentuales.

En el modelo de predicción del peso de las piezas de primera categoría la medida EGE4 fue la segunda variable admitida. Su introducción provocó una ligera mejora del coeficiente de determinación en 0,2 unidades porcentuales ($P < 0,05$) y una reducción acentuada (un 13,3%) de la desviación estándar residual. El modelo de predicción del peso de las piezas de segunda categoría admitió las medidas de ultrasonidos EGE3 ($P < 0,01$) y PMLDT12 ($P < 0,01$). Estas

dos medidas provocaron un ligero incremento en el coeficiente de determinación (0,5 unidades porcentuales) y una elevada reducción (33,2%) en la desviación estándar residual. El modelo de predicción del peso de las piezas de tercera categoría admitió como segunda variable independiente la PMLDT12, su introducción provocó una mejora del coeficiente de determinación en 3,1 unidades porcentuales y una reducción de la desviación estándar residual de un 14,5%. Esta reducción de la desviación estándar residual de los modelos de predicción muestra la importancia de la inclusión de las medidas de ultrasonidos, tal como fue indicado por KEMPSTER (1982), dado que este parámetro estadístico, es el más importante en la comparación de diferentes modelos de predicción.

También STANFORD *et al.* (1995) desarrollaron modelos de predicción del peso de la pierna, aunque su modelo de predicción presentó un coeficiente de determinación y una desviación estándar residual más bajos (0,56 y 0,6%, respectivamente) que los desarrollados en este trabajo para la predicción del peso de las piezas agrupadas por categorías comerciales. Por otro lado, los datos calculados para las piezas comerciales en cabras adultas por DELFA *et al.* (1996), están de acuerdo con los indicados anteriormente. Estos últimos autores presentan predicciones calculadas tras una transformación logarítmica de las variables independientes, metodología que no utilizamos, dado que las variables dependientes e independientes del presente trabajo presentaban una relación lineal.

A similitud del trabajo de DELFA *et al.* (1996) las variables que corresponden a medidas de espesor de grasa a nivel del esternón fueron de primordial importancia para la construcción de los modelos de predicción. STANFORD *et al.* (1995) utilizaron para estimar el peso de la pierna variables como el área y la profundidad del músculo *longissimus thoracis* y *dorsi*, y la condición corporal. El modelo obtenido presentó menor precisión que los aquí desarrollados y probablemente de mayor dificultad de aplicación.

Cuadro 3. Ecuaciones de predicción del peso (g) de las piezas comerciales de primera, segunda y tercera categoría de la canal

Table 3. Prediction equations of the weight (g) of first, second and third category carcass joints

Paso	Var. dependiente	Var. independiente	b_i	a	R^2	DER*
1	Piezas de primera	PVM	123,25	0	0,992	41,17
2		EGE4	-275,38		0,994	35,68
1	Piezas de segunda	PVM	61,11	0	0,991	29,29
2		EGE3	-278,84		0,993	25,85
3		PMLDT12	244,80		0,996	19,56
1	Piezas de tercera	PVM	-41,40	-262,5	0,888	87,98
2		PMLDT12	271,26		0,919	75,43

(*) DER: desviación estándar residual

En el cuadro 4 se presentan las ecuaciones de predicción del peso de la composición tisular de las piezas de primera, segunda y tercera categoría y de la canal entera, así como el coeficiente de determinación (R^2) y la desviación estándar residual (DER) asociados.

Los modelos de predicción del peso del músculo se mostraron altamente significativos ($P < 0,001$). Todos los modelos admitieron el PVM ($P < 0,001$) como primera variable independiente, excepto el modelo de predicción del peso del músculo de las piezas de segunda categoría que solamente admitió medidas de ultrasonidos. Así, el PVM fue la única variable independiente en los modelos de predicción del peso del músculo de las piezas de tercera categoría y de la canal entera, explicando el 98,8 y 98,7% de la variación del mismo. El modelo de predicción del peso del músculo de las piezas de primera categoría admitió como segunda variable independiente la medida EGE4 ($P < 0,05$), que provocó una mejora del coeficiente de determinación de 0,3 unidades porcentuales y una reducción de la desviación estándar residual de un 14.6%. El modelo de predicción del peso del músculo de las piezas de segunda categoría admitió las variables independientes PMLDT12 ($P < 0,001$), EGSL3 ($P < 0,01$) y EGE3 ($P < 0,05$), estas medidas explicaron el 79,2% de la variación con una desviación estándar asociada de 91,44 g.

En lo que concierne al modelo de predicción del peso del músculo de la canal, los resultados están de acuerdo con los obtenidos por DELFA *et al.* (1995) que obtuvieron un coeficiente de determinación de 0,81, con una desviación estándar residual de 646,93 g, aunque, en dichos modelos de regresión solamente fueron utilizadas las medidas de ultrasonidos, por lo que no es posible comparar la contribución del peso vivo en los modelos. Por otro lado, en un trabajo de DELFA *et al.* (1999), en el que utilizaron 10 cabritos de raza Blanca Celtibérica, el músculo total de la canal no fue estimable por las variables estudiadas, entre las cuales se incluía el PVM y las medidas de ultrasonidos.

Los modelos de predicción del peso de la grasa subcutánea se mostraron también altamente significativos ($P < 0,001$). El modelo de predicción de peso de la grasa subcutánea de las piezas de primera categoría solamente admitió el PVM ($P < 0,001$) como variable independiente, explicando el 94,4% de la variación con una desviación estándar residual de 5,5 g. Los modelos de predicción para las piezas de segunda, tercera y de la canal solamente aceptaron medidas de ultrasonidos como variables independientes. Así, la PMLDL1 explicó el 51,0% de la variación en el peso de la grasa subcutánea en las piezas de segunda categoría, con una desviación estándar residual asociada de 12,89 g, no admitiendo ninguna otra variable en el modelo. El modelo de predicción de peso de la grasa subcutánea de las piezas de tercera categoría admitió como variables independientes las medidas EGE4 ($P < 0,01$) y EGE1 ($P < 0,01$). Estas dos medidas explicaron el 75,3% de la variación con una desviación estándar residual asociada de 8,68 g. Para el modelo de predicción de peso de la grasa subcutánea de la canal entera las variables independientes admitidas fueron el EGE1 ($P < 0,01$) y la PMLDT12 ($P < 0,05$) explicando el 70,1% de la variación con una desviación estándar asociada de 29,59 g.

Los valores de R^2 obtenidos en el presente estudio son inferiores a los obtenidos por DELFA *et al.* (1999 y 2000). Estos autores verificaron que cerca de 98% de la variación del peso de la grasa subcutánea de la canal, en cabritos y cabras adultas respectivamente, es explicada por modelos de regresión múltiple

Cuadro 4. Ecuaciones de predicción del peso (g) de los tejidos de las piezas de primera, segunda, tercera categoría y de la canal entera

Table 4. Prediction equations of tissues weight (g) on first, second and third category carcass joints and in the whole carcass

Paso	Var. dependiente	Var. independiente	b_i	a	R^2	DER*
		Piezas de primera categoría				
1	Músculo	PVM	84,49	0	0,989	34,82
2		EGE4	-225,68		0,992	29,72
1	Grasa Subcutánea	PVM	3,5	0	0,944	5,50
1	Grasa Intermuscular	PVM	4,87	-57,73	0,745	16,84
2		EGE1	36,28		0,810	14,80
1	Hueso	PVM	18,12	0	0,987	10,22
2		EGSL1	628,65		0,991	8,52
		Piezas de segunda categoría				
1	Músculo	PMLDT12	3535,33	-593,65	0,641	114,96
2		EGSL3	-153,10		0,728	102,68
3		EGE3	648,53		0,792	91,44
1	Grasa Subcutánea	PMLDL1	48,06	-43,24	0,510	12,89
1	Grasa Intermuscular	PVM	5,57	0	0,968	4,79
2		EGST12	-231,68		0,983	3,50
1	Hueso	PMLDT12	155,59		0,984	8,65
		Piezas de tercera categoría				
1	Músculo	PVM	29,65	0	0,988	16,48
1	Grasa Subcutánea	EGE4	19,88	-26,52	0,620	10,35
2		EGE1	23,85		0,753	8,68
1	Grasa Intermuscular	PVM	6,23	-152,91	0,812	20,29
2		EGE1	48,81		0,862	17,62
3		EGSL1	571,91		0,912	14,25
4		EGE4	24,48		0,934	12,42
1	Hueso	PMLDT12	119,94	0	0,981	8,17
		Canal				
1	Músculo	PVM	139,53	0	0,987	77,17
1	Grasa subcutánea	EGE1	83,66	-131,10	0,607	32,98
2		PMLDT12	71,71		0,701	29,59
1	Grasa Intermuscular	PVM	17,72	-254,83	0,873	36,79
2		EGE1	103,30		0,919	29,74
3		EGSL1	640,46		0,938	26,15
1	Hueso	PMLDT12	253,93	0	0,988	22,64
2		PVM	23,29		0,991	19,62
1	Grasa pélvico-renal	PVM	13,56	-163,03	0,548	48,17
2		EGST12	1.084,96	0,675		42,49

(*) DER: desviación estándar residual.

teniendo como variables independientes las medidas de PMLD y EGE, tras transformación logarítmica, de dichas medidas.

Los modelos de predicción del peso de la grasa intermuscular se mostraron altamente significativos ($P < 0,001$). Todos los modelos admitieron el PVM como primera variable independiente, explicando 74,5; 96,8; 81,2 y 87,3% de la variación del peso de grasa intermuscular de las piezas de primera, segunda, tercera categoría y de la canal, respectivamente. El modelo de predicción de peso de la grasa intermuscular de las piezas de primera categoría admitió como segunda variable independiente le medida EGE1 ($P < 0,05$). Esta provocó una mejora del coeficiente de determinación de 6,5 unidades porcentuales y una reducción de la desviación estándar residual de un 12,1%. El modelo de predicción de peso de la grasa intermuscular de las piezas de segunda categoría admitió la variable independiente EGST12 ($P < 0,001$). Esta medida mejoró la varianza explicada en 1,5 unidades porcentuales y provocó una reducción de la desviación estándar de un 26,9%. El modelo de predicción de peso de la grasa intermuscular de las piezas de tercera categoría admitió las medidas EGE1 ($P < 0,01$), EGSL1 ($P < 0,01$) y EGE4 ($P < 0,05$). Estas tres medidas provocaron una mejora en la varianza explicada de 12,2 unidades porcentuales y una reducción de la desviación estándar residual de un 38,8%. El modelo de predicción de peso de la grasa intermuscular de la canal admitió las medidas EGE1 ($P < 0,01$) y EGSL1 ($P < 0,05$). Estas dos medidas provocaron una mejora en la varianza explicada de 6,5 unidades porcentuales y una reducción de la desviación estándar residual de un 28,9%.

Con relación a los resultados de los modelos de predicción de la grasa intermuscular de la canal, debemos destacar que varios autores han presentado modelos con coeficientes de determinación elevados en cabritos: 0,98 ($P < 0,01$) (DELFA *et al.*, 1999) y en cabras adultas: 0,963 ($P < 0,01$) y 0,89 ($P < 0,01$) (DELFA *et al.*, 2000).

Respecto a los modelos de predicción del hueso, también todos ellos se mostraron altamente significativos ($P < 0,001$). Así, en los modelos de predicción de peso del hueso de las piezas de segunda y tercera categoría la PMLDT12 fue la única variable independiente admitida, explicando el 98,4 y 98,1% de la variación, respectivamente. El peso del hueso en las piezas de primera fue explicado por el PVM ($P < 0,001$) y por la medida EGSL1 ($P < 0,05$). Estas dos variables explicaron el 99,1% de la variación con una desviación estándar residual asociada de 8,52 g. Para el modelo de predicción del peso de hueso en la canal fue admitida la PMLDT12 ($P < 0,01$) como primera variable independiente. El PVM ($P < 0,05$) fue también admitido en el modelo, permitiendo mejorar el coeficiente de determinación en 0,3 unidades porcentuales y una reducción de la desviación estándar residual de un 13,3%.

La bibliografía existente relativa a este punto es reducida. No obstante debemos indicar los bajos valores obtenidos por DELFA *et al.* (1998 y 1999), en los cuales las medidas de ultrasonidos y el peso vivo, apenas explicaron entre el 13 y 38% de la variación, de la cantidad de hueso de la canal.

El modelo de predicción de la grasa pélvico-renal de la canal fue altamente significativo ($P < 0,001$). El PVM explicó el 54,8% ($P < 0,001$) de la variación y la inclusión en el modelo del EGST12 provocó una mejora de 12,7 unidades porcentuales y una reducción de la desviación estándar residual en un 11,8%.

A diferencia del presente trabajo, en el que el PVM fue el mejor predictor de la cantidad de grasa pélvico-renal de la canal, Delfa *et al.* (1999 y 2000) encontraron modelos de predicción de la grasa pélvica y renal, utilizando como variables independientes las medidas de ultrasonidos, con coeficientes de determinación considerablemente más elevados (entre 0,71 y 0,95).

Debido a que no encontramos en la bibliografía consultada referencias a trabajos sobre la composición de las piezas de la canal en caprinos, así como al hecho de que el despiece de la canal caprina no está convenientemente normalizado, existiendo diferencias considerables entre países, no es posible establecer, en el presente trabajo, ningún tipo de comparación con otros autores. No obstante, los resultados se revelan como muy interesantes para el conocimiento de la composición de las piezas de importancia comercial en la región y en el país de origen de estos animales, además de constituir una información que se presenta por primera vez en esta raza.

Conclusiones

Con los presentes resultados pretendemos contribuir a un mejor conocimiento de la composición de la canal de los cabritos de la raza Serrana, ofreciendo una información de gran importancia para el consumidor.

El peso vivo fue la variable más importante para la predicción del peso de las piezas comerciales, así como de la composición de la canal, dado que fue la primera variable admitida en todas las ecuaciones de predicción obtenidas siguiendo el método stepwise de regresión lineal.

Las medidas de ultrasonidos, realizadas *in vivo*, mejoran la precisión de los modelos de predicción, dado que fueron siempre admitidas en las ecuaciones de regresión múltiple como variables independientes que aumentaban el porcentaje de variación explicada y reduciendo los valores de la desviación estándar residual. Por ello, tratándose de medidas de bajo coste y de fácil obtención en condiciones de campo, deberían ser utilizadas en los modelos de predicción de la composición corporal *in vivo*. Los modelos propuestos pueden ser una base de apoyo a los conocimientos de la composición corporal "*in vivo*", pudiendo ser aplicados a una línea de sacrificio.

Agradecimientos

Esto trabajo fue elaborado en el ámbito del proyecto POCTI/33743/CVT/2000, aprobado por la FCT y el POCTI con participación del FEDER.

Bibliografía

BENDEL R.B., AFIFI A.A., 1977. Comparison of stopping rules in forward "stepwise" regresión. Journal of the American Statistical Association, 72, 46-53.

DELFA R., TEIXEIRA A., 1998. Calidad de canal ovina, pp. 373-400. En: Ovino de carne: aspectos claves. 557 pp. Ed. Mundi-Prensa. España.

DELFA R., TEIXEIRA A., GONZÁLEZ C., 1994. Crecimiento y desarrollo de los depósitos adiposos del cuerpo de la cabra Blanca Celtibérica. Revista Portuguesa de Zootecnia, 1, 131-155.

DELFA R., GONZÁLEZ C., TEIXEIRA A., VIEIL E., 1996. Ultrasonic measurements in live goats. Prediction of weight of carcass joints. 47th Annual Meeting of the EAAP: 273.

DELFA R., TEIXEIRA A., GONZÁLEZ C., TORRANO L., VADERRABANO J., 1999. Utilización de ultrasonidos en cabritos vivos de raza blanca Celtibérica, como predictores de la calidada de sus canales. Archivos de Zootecnia, 182, 123-134.

DELFA R., GONZÁLEZ C., TEIXEIRA A., VADERRABANO J., 1997. Utilización de ultrasonidos en cabritos de raza Angora como predictores de la calidad de sus canales. ITEA, 18, 733-735.

DELFA R., TEIXEIRA A., GONZÁLEZ C., 1998. El peso vivo matadero y ultrasonidos como predictores de la calidad de la canal y del reparto de la grasa en cabras adultas. Revista Portuguesa de Zootecnia, 2, 1-16.

DELFA R., TEIXEIRA A., GONZÁLEZ C., 1995. Medidas realizadas con ultrasonidos en el animal vivo como predictoras de la composición de la canal y de los depósitos adiposos en el cuerpo de cabras adultas. ITEA, 16, 654-656.

DELFA R., TEIXEIRA A., CADAVEZ V., GONZÁLEZ C., SIERRA I., 2000. Use of ultrasound measurements for predicting body fat depots in live goats. Proceedings of the 7th International Conference on Goats, Vol. II: 835-836.

KEMPSTER A.J., CUTHBERTSON A., HARRINGTON G., 1982. Carcass evaluation in livestock breeding, production and marketing. Granada Publishing, Granada.

MORAND-FEHR P., 1981. 8. Growth, pp. 253-283. En: Goat production. Ed. Gall Academic Press, London.

OWEN J.E., NORMAN G.A., PHILBROOKS C.A., JONES N.B.D., 1978. Studies on meat production characteristics of Botswana gotas and sheep. Part III. Carcass tissue composition and distribution. Meat Science, 2, 59-74.

SAS, 1998. SAS/SAT User's Guide. Ed. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.

STANFORD K., MCALLISTER T.A., MACDOUGALL M., BAILEY D.R.C., 1995. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. Small Ruminant Research, 15, 195-201.

STEEL R.G.D., TORRIE J.H., 1982. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach (Second edition) 633 pp. Ed. McGraw-Hill.

TEIXEIRA A., 1984. Avaliação das carcaças de borregos do grupo étnico Churro Galego Bragançano e seu cruzamento com a raça Milchschaf. (Lamb carcass evaluation of Galego Bragançano and its cross with Milchschaf breed). Relatório de estágio, UTAD-Vila Real, 169 pp.

TEIXEIRA A., AZEVEDO J., DELFA R., MORAND-FEHR P., COSTA C., 1995. Growth and development of Serrana kids from Montesinho Natural Park (NE of Portugal). Small Ruminant Research, 16, 263-269.

(Aceptado para su publicación el 13 de mayo de 2002)