REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE LAS MEDIDAS DE TEJIDOS *IN VIVO* REALIZADAS CON ULTRASONIDOS Y SUS CORRELACIONES CON LA CONDICIÓN CORPORAL EN CABRAS

S. Matos[1], M. S. Bueno[2], V. Cadavez[1], S. Rodrigues[1], E. Pereira[1], R. Delfa[3] y A. Teixeira[1]
[1] Escola Superior Agrária de Bragança, Departamento de Zootecnia, Apartado 172, 5301-855 Bragança, Portugal (teixeira@ipb.pt)
[2] Instituto de Zootecnia, APTA. Caixa Postal 60, CEP: 13460-000, Nova Odessa – São Paulo, Brasil (msbueno@izsp.br), Becario de Post-doctorado de la CAPES
[3]Unidad de Tecnología en Producción Animal, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragon, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la condición corporal permite conocer el estado de reservas de los animales (Santucci *et al.,1991*; Delfa *et al.*, 1995; Teixeira *et al.*, 1995), siendo el espesor de los tejidos en la región esternal el punto de elección en caprinos tal como mostró Morand-Fehr *et al.* (1989). Este conocimiento permite adecuar la alimentación de los animales, no obstante esta metodología es muy susceptible a errores entre operadores (Evans, 1978). Así la substitución de esta técnica por otras más objetivas presenta interes práctico. Las medidas de ultrasonidos que permiten determinar las medidas de espesor de los tejidos, con elevada repetibilidad y reproducibilidad, podrán ser una alternativa interesante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Treinta y cinco cabras adultas de la raza Serrana, variedad Transmontana, de la Escola Superior Agraria de Bragança, Portugal, fueron evaluadas en cuanto a la condición corporal (CC) en la región esternal (Santucci *et al.*, 1991), por tres operadores, sin comunicación entre estos. Inmediatamente después fueron realizadas imágenes de ultrasonidos con el empleo de un aparato Aloka SSD-500V equipado con una sonda 7,5 MHz. Las imágenes fueron grabadas en suporte digital y posteriormente analizadas por 3 operadores, los cuales efectuaron 3 repeticiones en días distintos, utilizando el "software" de análisis de imágenes IMAGEJ (National Institute of Health, 2003), determinando la profundidad de los tejidos (incluso la piel) al nivel de la segunda (ETE2) y tercera (ETE3) esternebras. Posteriormente se efectuó la media de estas dos medidas (ETEM). Los datos se analizaron por el procedimiento de Mixed Models del "software" SAS (1998), de acuerdo con el modelo: $y_{ijk} = \mu + a_i + op_j + (a \times op)_{ij} + e_{ijk}$, siendo μ = media geral, *a* = animal, *op* = operador $(a \times op)_{ij}$ = interacción entre lo animal y lo operador y *e* = error. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables, los componentes de varianza (σ^2) y se estimaron la repetibilidad (r_1) y la reproducibilidad (r_2) de las variables de acuerdo con Jansen *et al.* (1985).

Resultados y discusión

Las medias de CC, ETE2, ETE3 y ETEM se presentan en la Tabla 1. Aunque estadísticamente distintas (P>0,05) entre operadores, son todas ellas muy próximas.

Tabla1: Valores de condición corporal (CC) y medidas de espesor de los tejidos (mm) medidos a nivel de la segunda (ETE2) y tercera (ETE3) esternebra y medias entre estas medidas (ETEM) efectuadas con ultrasonidos en cabras

Operadores	CC	ETE2	ETE3	ETEM
1	2,34^{c}	18,29^{a}	16,86^{a}	17,56^{a}
2	2,38^{a}	18,08^{a}	16,61^{c}	17,36^{c}
3	2,37^{b}	18,17^{a}	16,68^{b}	17,43^{b}
EPM	0,058	0,354	0,355	0,342

Valores con distintos superíndice (a, b, c) en la misma columna difieren entre sí por el test de Tukey a 5%.

Los coeficientes de correlación entre las medidas de ultrasonidos (Tabla 2) fueron elevados y altamente significativas (r>0,90; P<0,001). Por otro lado, los coeficientes de correlación entre las medidas de ultrasonidos con la CC, aunque significativas fueron medias (0,45<r<0,39). Este resultado refleja, probablemente, la gran homogeneidad del estado corporal entre las 35 cabras y la dificultad añadida de evaluar la condición corporal en el esternón, en animales con tan escasa variación en el grado de engrasamiento.

Los valores de los componentes de varianza para la condición corporal y las medidas de ultrasonidos (Tabla 3) nos permitieron calcular la reproductibilidad y la repetibilidad (Tabla 4). La repetibilidad de la CC fue media (0,44), lo que puede ser explicado por la elevada varianza del error (σ_e^2) y luego, no explicada por el modelo. Eso significa que los operadores puntuaron de forma distinta los animales, reflejando la subjetividad del método y la necesidad de un entrenamiento más exahustivo de los operadores. Los valores encontrados por Delfa *et al.* (1995) para la repetibilidad de la condición corporal entre operadores fueron mucho mayores (r_1= 0,80) que los de este estudio, posiblemente debido a un mayor entrenamiento de los operadores.

Tabla 2: Correlación entre valores de condición corporal y medidas de ultrasonido en cabras adultas

	ETE2	ETE3	ETEM	CC
ETE2	1			
ETE3	0,908***	1		
	(0,809-0,957)			
ETM	0,9766***	0,977***	1	
	(0,949-0,989)	(0,950-0,989)		
CC	0,456*	0,393*	0,434*	1
	(0,100-0,709)	(0,023-0,668)	(0,073-0,695)	

***(P<0,001); **(P<0,01); *P<(0,05)

Tabla 3: Componentes de varianza (σ^2) de la condición corporal y medidas de ultrasonidos efectuados en cabras

Variables	σ_a^2	σ_o^2	σ_{axo}^2	σ_e^2	σ_t^2
CC	0,0429	0,00219	0,0169	0,0782	0,140
ETE2	5,50	1,69	0,208	0,457	6,17
ETE3	6,05	0,0926	0,0133	0,523	6,79
ETEM	5,57	0,00951	0,127	0,407	6,11

La repetibilidad y reproducibilidad de las medidas de ultrasonidos (Tabla 4) presentaron valores elevados, evidenciando la baja subjetividad de las lecturas de las imágenes logradas con el aparato de ultrasonidos. Así, podemos indicar, la elección de imágenes de ultrasonidos, como una técnica capaz de evaluar las reservas corporales de las cabras, siendo necesario establecer las relaciones entre las medidas de ultrasonidos y las características reproductivas y productivas de estos animales.

Tabla 4: Repetibilidad (r_1) y reproducibilidad (r_2) de las características evaluadas dentro y entre operadores (op)

Variables		Entre op	Dentro de Op		
	r_2	r_1	$r_{1\ op1}$	$r_{1\ op2}$	$r_{1\ op3}$
CC	0,306	0,441	-	-	-
ETE2	0,892	0,926	0,806	0,893	0,747
ETE3	0,890	0,993	0,875	0,931	0,737
ETEM	0,911	0,933	0,880	0,936	0,758

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Delfa, R., Gonzalez, C., Teixeira, A., Gonsalvez, L. F. y Tor, M., 1995. Relation between body fat depots, carcass composition, live weight and body condition scores in Blanca Celtiberica goats. *Options méditerranéennes* - Serie A: Séminaires Mediterraneens, 27: 109-119.

Evans, D. G., 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. *Anim. Prod.*, **26:**119-125.

Jansen, J., Andersen, B., Bergstrom, P. L., Busk, H., Lagerweij, G. W., Oldenbroek, J. K., 1985. *In vivo* estimation of body composition in young bulls for slaughter. The repetibility and reproducibility of scoring system, an ultrasonic scanning technique and body measurements. *Lives. Prod. Sci.*, 12: 221-230.

Morand-Fehr, P., Hervieu, J. y Santucci, P., 1989. Notation de l'état corporel: a vos stylos! *La Chèvre*, 175: 39-42.

National Institute of Health, 2003. ImageJ. Image processing and analysis in Java URL<http:// rsb.info.nih.gov

Santucci, P.M., Branca, A., Napoleone, M., Bouche, R., Aumont, G., Poisot, F. et Alexandre, G., 1991. Body conditions scoring of goats in extensive conditions. En: *Goat nutrition*. Morand-Fehr, P. (Ed), PUDOC, Wageningen, pp. 240-255.

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

Teixeira, A., Delfa, R., Gonsalvez. L., 1995. Use of joints as predictors of carcass and body fat depots in Blanca Celtibérica goats. *Option Mediterranéenes* - Serie A: Séminaires Mediterraneens, 27:121-131.