



Predicción de las características de la canal en ovejas Pelibuey de desecho por medio de ultrasonido



Alfonso J. Chay-Canul^a

Juan José Pineda-Rodríguez^{ab}

Jaime Olivares-Pérez^b

Francisco G. Ríos-Rincón^c

Ricardo García-Herrera^{a*}

Ángel T. Piñeiro-Vázquez^d

Fernando Casanova-Lugo^e

^a Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2^a Sección, Tel. (993) 358-1585, 142-9151. 86280, Villahermosa, Tabasco, México.

^b Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Altamirano, Guerrero, México.

^c Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Culiacán, Sinaloa, México.

^d Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Conkal. Conkal, Yucatán, México.

^e Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

*Autor de correspondencia: ricardogarciaherrera@hotmail.com

Resumen:

El objetivo fue predecir mediante ultrasonografía las características de la canal de 28 ovejas Pelibuey (41.01 ± 8.43 kg) de desecho alimentadas en sistema intensivo, clínicamente sanas, no gestantes y no lactantes. Las mediciones ultrasónicas de espesor de grasa dorsal (EGD), área, (ALD), profundidad (PLD) y ancho (ALD) del músculo

Longissimus dorsi, entre la 12.^a y 13.^a vértebra torácica y entre la 3.^a y 4.^a vértebra lumbar, se realizaron 24 h antes del sacrificio. Al sacrificio se pesó la canal caliente, así como los órganos internos y la grasa interna. Las canales se dividieron a la mitad, se refrigeraron (1°C; 24 h) y se pesaron en canal frío. Luego fueron diseccionadas y pesadas en sus principales componentes. Con los datos se calcularon los coeficientes de correlación entre variables y las relaciones se estimaron mediante modelos de regresión. Se observó que las mediciones ultrasónicas de grasa dorsal, torácica y lumbar tuvieron un r^2 positiva de entre 0.51 y 0.66 ($P<0.001$) en la predicción de los pesos de la canal; y un r^2 de entre 0.44 a 0.57 ($P<0.001$) para predecir el tejido muscular en la canal. Es posible utilizar las mediciones de ultrasonido como una herramienta para la evaluación de características de la canal de ovejas Pelibuey de desecho, y es posible predecir el peso de la canal y los tejidos comestibles.

Palabras clave: Grasa dorsal, Ovejas de pelo, Regresión, Área del *Longissimus dorsi*.

Recibido: 15/07/2017

Aceptado: 30/04/2018

La población ovina en los estados de Tabasco y Yucatán durante el período de 2002 a 2011 aumentó en un 37 % y un 95 %⁽¹⁾, respectivamente; ambas entidades están ubicadas en la región sureste de México y se caracterizan por su clima tropical. En esta región, la principal raza utilizada en sistemas de pastoreo mixto debido a su alta prolificidad, buena rusticidad, resistencia a los parásitos y gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales es la raza Pelibuey^(1,2).

En México, la amplia gama de sistemas productivos da lugar a fluctuaciones estacionales en la disponibilidad de ovejas para el sacrificio y provoca mucha irregularidad en el tipo y la condición de los animales que se producen, lo que se refleja en la calidad del producto final. Todo esto provoca fluctuaciones estacionales con una fuerte irregularidad en la oferta de animales a lo largo de todo el año, y da lugar a marcadas diferencias en sus características y condiciones en el momento de la venta, ya que proporciona al mercado una gran variedad, que va desde los corderos jóvenes de razas especializadas a animales desechados por su edad avanzada y la ínfima calidad de su carne⁽³⁾.

Para predecir *in vivo* las características de las canales de animales, se han establecido técnicas no invasivas que se prefieren a las técnicas que implican la destrucción de la canal^(4,5). En las ovejas Pelibuey se ha utilizado el ultrasonido para predecir las características de la canal⁽⁵⁾, los depósitos de grasa del cuerpo⁽⁶⁾ y el canal de contenido energético⁽⁷⁾. Asimismo, se han evaluado mediciones corporales para predecir las características de la canal⁽⁸⁾.

Por otra parte, es más difícil introducir en el mercado las ovejas sacrificadas o descartadas, con un peso de las canales que oscila entre 20 y 40 kg, debido a la baja aceptabilidad en el mercado de los consumidores, relacionada con un precio de venta bajo debido a la falta de importancia comercial de esta categoría. Además, los estudios relacionados con la calidad de la canal y carne son escasos^(9,10,11). Como se ha descrito, el objetivo de este estudio fue predecir las características de las canales de ovejas Pelibuey desechados por la medición ultrasónica.

Las ovejas Pelibuey se seleccionaron a partir de un rebaño comercial en la granja "El Rodeo", situada a 17° 84" N, 92° 81" W; 10 msnm y a 14 km de la carretera Villahermosa-Jalapa, Tabasco, México, con una temperatura promedio anual de 28.2 °C y una precipitación anual de 2,299.5 mm⁽¹²⁾.

Se seleccionaron de un rebaño comercial, veintiocho (28) ovejas Pelibuey de 4 años de edad, no gestantes y no lactantes, y clínicamente sanas, con una media de peso corporal (PC) de 41.01 ± 8.43 kg y una calificación de condición corporal (CCC) de 2.82 ± 1.29 . Las ovejas estaban confinadas en corrales grupales en una construcción techada con piso de concreto y sin paredes. La dieta ofrecida consistía en un 66 % de forraje y un 34 % de concentrado, con un estimado de energía metabolizable de 12 MJ/kg MS and 10 % PB⁽¹³⁾. Los ingredientes de la dieta fueron los granos de cereales (maíz o sorgo), la harina de soya, heno de pastos tropicales, vitaminas y minerales. La CCC se evaluó mediante dos procedimientos que emplean la técnica de Russel *et al*⁽¹⁴⁾. Los animales fueron clasificados en seis grupos según su CCC: 1 (n= 4); 2 (n= 8); 2.5 (n= 3); 3 (n= 5); 4 (n= 5) y 5 (n= 3).

Las mediciones de ultrasonidos (USM) se realizaron 24 h antes del sacrificio; se determinaron mediante un equipo de ultrasonido en tiempo real Aloka 500, modo B con una sonda lineal de 5 MHz. Las ovejas se rasuraron previamente entre las vértebras torácicas 12^a y 13^a y las vértebras lumbares 3^a y 4^a, según se describe en la literatura^(5,6). Las USM incluyen el espesor de grasa (EG), el área (ALD), profundidad (PLD) y la anchura (AnLD) del *Longissimus dorsi* en las regiones dorsales torácica (EGD, ALDD, y PLDD, AnLDD) y lumbar (EGL, y ALDL, PLDL y AnLDL). Las ovejas se inmovilizaron manualmente y se utilizó gel acústico para crear un buen contacto entre la sonda y la piel de las ovejas. La presión sobre el cabezal del transductor se mantuvo al mínimo para evitar la compresión de la grasa subcutánea^(5,6). Todas las mediciones se realizaron en el lado izquierdo de las ovejas. Después de capturar la imagen de la exploración del área del músculo (ALDD y ALDL) y el espesor de grasa (EGD y EGL) en ambas regiones se midieron utilizando los medidores digitales del equipo y de las USM fueron grabadas en todos los animales por el mismo operador, como en otros lugares descritos^(5,6).

Las ovejas se sacrificaron de manera humanitaria siguiendo las Normas Oficiales Mexicanas^(15,16) establecidas para el sacrificio y el procesamiento de los animales de carne. Antes del sacrificio, el PC seco (PCS) fue medido después de que los piensos y el

agua fueron retirados durante 24 h. Las extremidades, la piel, la cabeza y todos los órganos internos fueron separados. Los datos registrados al momento del sacrificio fueron el peso de los órganos internos y el de la canal caliente. La grasa interna total (GIT, tejido adiposo) fue disecada, pesada y agrupada como grasa pélvica (alrededor de los riñones y la región pélvica) o grasa epiploica y mesentérica. Posteriormente, las canales se dividieron en dos mitades iguales a nivel de la línea media dorsal, pesadas y refrigeradas a 6 °C durante 24 h. Después de la refrigeración, la mitad izquierda de las canales fue completamente diseccionada en grasa subcutánea y grasa intermuscular (grasa de canal, GC), músculo, hueso y cartílago, y cada componente fue pesado por separado. Los tejidos disecados de la canal izquierda se ajustaron como canal completa.

Los coeficientes de correlación entre las variables se analizaron mediante el procedimiento PROC CORR de SAS⁽¹⁷⁾. Las relaciones entre el PC, PCS, MUS y CEC se estimaron mediante modelos de regresión lineal utilizando PROC REG⁽¹⁷⁾. Se utilizó la opción escalonada en la expresión de selección de las variables significativas ($P < 0.05$) que deberán ser incluidas en los modelos estadísticos. La exactitud de los modelos se evaluó mediante el coeficiente de determinación (r^2) y el error cuadrático medio (ECM).

El Cuadro 1 muestra las medias (\pm DE), los valores mínimos y máximos de PC, PCS, las características de la canal y las USM de ovejas Pelibuey adultas. Los coeficientes de correlación (r) de las USM en la región torácica (EGD, y ALDD y AnLDD) entre el PCF, el músculo de la canal (MC) y GC fueron significativos ($P < 0.01$) con valores que oscilaron entre 0.37 y 0.76. Sin embargo, las relaciones con los HC no fueron significativas ($P > 0.05$). Asimismo, se observó una tendencia análoga en relación con las MUS lumbar y de la canal: los valores de r variaron de 0.34 a 0.73.

Cuadro 1: Análisis descriptivo de los datos sobre las características de la canal y las medidas de ultrasonido de ovejas Pelibuey de desecho (n=28)

Variable	Descripción	Media \pm DE	Mínimo	Máximo
PC	Peso corporal, kg	41.01 \pm 8.43	29.80	59.80
CCC	Condición corporal	2.77 \pm 1.22	1.00	5.00
PCC	Peso de la canal caliente, kg	19.65 \pm 5.14	13.42	31.48
PCF	Peso de la canal fría, kg	18.86 \pm 4.99	12.68	30.52
MC	Músculo de la canal, kg	10.80 \pm 2.05	8.33	15.44
GC	Grasa de la canal, kg	4.25 \pm 2.81	0.68	10.62
HC	Huesos de la canal, kg	3.82 \pm 0.46	3.18	5.27
EGD	Espesor de grasa dorsal, mm	0.81 \pm 0.49	0	1.80

AD	Área dorsal, cm ²	7.00±2.04	4.09	12.95
PrT	Profundidad torácica, cm	1.69± 0.36	1.10	2.77
AD	Ancho dorsal, cm	5.14± 0.63	3.64	5.94
EGL	Espesor de la grasa lumbar, mm	0.91±0.99	0	5.50
AL	Área lumbar, cm ²	6.32±1.71	3.79	9.56
PL	Profundidad lumbar, cm	1.72± 0.33	1.20	2.67
AL, cm	Ancho lumbar, cm	5.09± 0.49	4.02	5.75

DE: desviación estándar.

Para la predicción del PCC y del PCF (Ecuaciones 1 a 4), las ecuaciones obtenidas tenían un r^2 que oscilaba entre 0.51 y 0.66 (Cuadro 2), en estos modelos se incluyeron el EGD y el EGL ($P<0.05$). Las ecuaciones de regresión desarrolladas para predecir el músculo de la canal tenían un r^2 que oscilaron entre 0.44 y 0.57. La USM que se incluyó en los modelos fue el espesor de grasa (EGD y la EGL). Asimismo, para la relación entre la GC y las USM, dado que el intercepto de esta ecuación no fue significativa, se ajustaron regresiones lineales a través del origen (Ecuaciones 7 y 8). Para la predicción del HC no coincide con ninguna ecuación basada en las USM.

Cuadro 2: Ecuaciones de regresión para predecir los rasgos de la canal mediciones ultrasonográficas en ovejas Pelibuey de desecho (n =28)

No.	Ecuación	r^2	CME	DER	P
Peso de la canal caliente (PCC):					
1	$PCC (kg) = 13.54 (\pm 1.34^{***}) + 7.50 (\pm 1.42^{***}) \times EGD$	0.51	13.24	3.63	<.0001
2	$PCC (kg) = 13.35 (\pm 1.16^{***}) + 5.22 (\pm 1.42^{***}) \times EGD + 2.23 (\pm 0.70^{**}) \times EGL$	0.65	9.83	3.13	<.0001
Peso de la canal fría (PCF)					
3	$PCF (kg) = 12,94 (\pm 1,12^{**}) + 7,26 (\pm 1,38 \times EGD^{***})$	0.52	12.50	3.53	<.0001
4	$PCF (kg) = 12.75 (\pm 1.30^{***}) + 5.01 (\pm 1.37^{**}) \times EGD + 2.21 (\pm 0.68^{**}) \times EGL$	0.66	9.14	3.02	<.0001
Músculo de la canal (MC)					
5	$MC (kg) = 8.53 (\pm 0.57^{***}) + 2.77 (\pm 0.60^{***}) \times EGD$	0.44	2.41	1.55	0.0001
6	$MC (kg) = 8.46 (\pm 0.51^{***}) + 1.90 (\pm 0.63^{**}) \times EGD + 0.85 (\pm 0.31^{*}) \times EGL$	0.57	1.93	1.38	<.0001
Grasa de la canal (GC)					
7	$GC (kg) = 4.99 (\pm 0.36^{***}) \times EGD$	0.87	3.41	1.84	<.0001
8	$GC (kg) = 3.66 (\pm 0.49^{***}) \times EGD + 1.22 (\pm 0.35^{**}) \times EGL$	0.91	2.41	1.55	<.0001

r^2 = coeficiente de determinación; ECM= error cuadrático medio DER= desviación estándar residual; P= valor-P; * $P<0.05$; ** $P<0.001$; *** $P<0,0001$; ns= no significativo; PCC= peso de la canal caliente; PCF= peso de la canal fría; MC= músculo de la canal; GC= grasa de la canal; HC= hueso de la canal; EGD= espesor de grasa dorsal; EGL= espesor de grasa lumbar .

El ultrasonido en tiempo real es un método no invasivo que permite predecir la grasa corporal y, la superficie y la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* en los corderos^(5,18,19). Por otra parte, Silva *et al*⁽²⁰⁾ indican que el uso de las mediciones de ultrasonido proporciona buenas estimaciones del contenido de grasa y de energía en el cuerpo de las ovejas de dos grupos raciales. Un grupo de investigadores⁽²¹⁾ informó que la inclusión del PC y de algunas USM hace posible predecir la composición química de los corderos. Sin embargo, en la literatura especializada, la disponibilidad de estudios sobre la predicción de la composición y del contenido energético de las canales de ovejas es limitada^(7,21). En México, la raza Pelibuey es una de las razas maternas más importantes en la zona tropical y apoya a la producción de carne de ovino; a pesar de ello, la información sobre la predicción de las características de la canal de ovejas Pelibuey desechadas es muy escasa en la literatura científica⁽⁵⁾.

Según otros autores⁽²²⁾ que evaluaron ovinos Akkaraman con un peso corporal promedio de 42 kg, el valor del ALDD fue 8.86 cm², y el del EGD, de 4.03 mm; el ALDD fue más alta que la registrada en el presente estudio. También⁽⁵⁾ reportaron valores de ALDD y ALDL de 7.06 y 6.81 cm², respectivamente, lo cual es coherente con el presente estudio; además, encontraron valores de 7.00 y 6.32 cm² para el ALDD y el ALDL, respectivamente. En el caso del EGD, este valor fue superior en el orden del doble para los valores hallados en ovejas Pelibuey adultas. En ovejas de raza Churra con un peso corporal promedio de 36 kg, se reportaron valores promedio de GT y GL de 0.38 y 0.44 mm, respectivamente⁽²³⁾; estos valores son más bajos que los encontrados en el presente estudio (0.81 y 0.91 mm para el EGD y el EGL, respectivamente); en un estudio reciente⁽⁵⁾ se reportaron en promedio valores de 1.91 y 1.99 mm para EGD y EGL respectivamente; estos valores promedios son superiores a los registrados en el presente estudio.

Por otra parte, se indicó⁽²²⁾ que las medidas de ultrasonido solo mostraron menores valores de r^2 que los que se obtuvieron cuando el peso corporal fue incluido como una variable en las ecuaciones. Una situación similar fue observada por Aguilar-Hernández *et al*⁽⁵⁾ y, de la misma manera, en el presente trabajo. También se informó⁽²³⁾ que el uso del PC y el EGD en varias ecuaciones para predecir el total de grasa en la canal obtuvo un r^2 de 0.88, el cual difiere del encontrado por otros autores⁽⁵⁾, quienes, utilizando las mismas variables en la ecuación, obtuvieron un r^2 de 0.51, y el EGD no fue significativa en el modelo; una situación similar se observó en el presente estudio, por lo que se pudo deducir que la inclusión de las mediciones por ultrasonido mejora ligeramente (4 %) la predicción de este tejido (ecuación 5).

También se señaló⁽²³⁾ que el peso de los huesos está asociado en gran medida con el peso corporal de las ovejas, y registrando un r^2 de 0.92; en este sentido, otros investigadores⁽⁵⁾ informaron que en ovejas Pelibuey esta relación logró una r^2 de 0.22, valor similar al obtenido en corderos de Aragón⁽²⁴⁾, al evaluar esta misma relación ($r^2= 0.19$). En la presente investigación se observó que el PC solo predice el peso del hueso con el valor r^2 de 0.41. En este sentido, se constató que las medidas por ultrasonido en animales *in vivo* estaban relacionadas con las mediciones determinadas en la canal, y se concluyó que estas

mediciones pueden ser utilizadas para predecir las características de la canal de las ovejas sacrificadas⁽²⁵⁾. Esto es consistente con los resultados observados en el presente estudio. Varios autores concluyen que el uso del ultrasonido es una herramienta valiosa para predecir las características de la canal y la composición corporal de los animales productores de carne^(20,26).

Es posible utilizar las mediciones de ultrasonido como una herramienta para evaluar las características de las canales de las ovejas Pelibuey de desecho, así como para predecir el peso de la canal caliente y la cantidad de proteína y de grasa en la canal. De esta manera se podrá asignar un mayor valor a la canal de los ovinos, dependiendo de su rendimiento y sus cualidades, además de mejorar la condición del cuerpo en los animales próximos al sacrificio para elevar la calidad de su carne y para conseguir una mejor posición en la escala comercial.

Agradecimientos

Al Dr. José Manuel Piña Gutiérrez el haber facilitado las instalaciones del Rancho "El Rodeo", y al Programa para el Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) por el apoyo financiero para realizar este experimento (proyecto: UJAT- PTC-110): "La composición corporal y las reservas de energía en ovejas de pelo y su relación con su actividad reproductiva".

Literatura citada:

1. Muñoz-Osorio GA, Aguilar-Caballero AJ, Sarmiento-Franco LA, Wurzinger M, Cámara-Sarmiento R. Technologies and strategies for improving hair lamb fattening systems in tropical regions: a review. *Ecosist Rec Agrop* 2016;3: 267-278.
2. Chay-Canul AJ, Magaña-Monforte JG, Chizzotti ML, Piñeiro-Vázquez AT, Canul-Solís JR, Ayala-Burgos AJ, Ku-Vera JC, *et al.* Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. Review. *Rev Mex Cien Pecu* 2016;7:105-125.
3. Arbiza S, De Lucas J. Producción de carne ovina (Ovine meat production). México: Editores Mexicanos Unidos; 1996.
4. Scholz AM, Bünger L, Kongsro J, Baulain U, Mitchell AD. Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging, and ultrasound: invited review. *Animal* 2015;9:1250-1264.
5. Aguilar-Hernández E, Chay-Canul AJ, Gómez-Vázquez A, Magaña-Monforte JG, Ríos FG, Cruz-Hernández A. Relationship of ultrasound measurements and carcass traits in Pelibuey ewes. *J Anim Plant Sci* 2016;26:325-330.

6. Chay-Canul AJ, Garcia-Herrera RA, Meza-Villalvazo VM, Gomez-Vazquez A, Cruz-Hernandez A, Magaña-Monforte JG, Ku-Vera JC. Body fat reserves and their relationship to ultrasound back fat measurements in Pelibuey ewes. *Ecosist Recur Agropec* 2016;3:407-413.
7. Rodríguez-Valenzuela E, Salazar-Cuytun R., García-Herrera RA, Piñeiro-Vázquez ÁT, Casanova-Lugo F, Velázquez-Martínez JR, Herrera-Camacho J, *et al.* Prediction of carcass energy content in Pelibuey ewes by ultrasound measurements. *Ecosist Rec Agrop* 2017 [in press].
8. Bautista-Díaz E, Salazar-Cuytun ER, Chay-Canul AJ, García-Herrera RA, Piñeiro-Vázquez AT, Magaña-Monforte JG, Tedeschi LO, *et al.* Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. *Small Ruminant Res* 2017;147:115–119.
9. Civit D, Díaz MD, Rodríguez E, González CA. Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale. *ITEA*, 2014;110(2):160-170.
10. Cacere RAS, Morais MG, Alves FV, Feijó GLD, Ítavo CCBF, Ítavo LCV, Ribeiro CB. Quantitative and qualitative carcass characteristics of feedlot ewes subjected to increasing levels of concentrate in the diet. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2014;66:1601-1610.
11. Ruiz-Ramos J, Chay-Canul, AJ, Ku-Vera JC, Magaña-Monforte JG, Gómez-Vázquez A, Cruz-Hernández A, Gonzalez-Garduño R, *et al.* Carcass and non-carcass components of Pelibuey ewes subjected to three levels of metabolizable energy intake. *Ecosist Rec Agrop* 2016;3:21-31.
12. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA). <http://www.conagua.gob.mx/>. Consultado 26 May, 2016.
13. AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Agricultural and Food Research Council. CAB International, Wallingford, UK. 1993.
14. Russel A, Doney J, Gunn R. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J Agric Sci (Cambridge)* 1969;72:451-454.
15. Norma Oficial Mexicana. NOM-009-ZOO-1994. Proceso sanitario de la carne. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación: 31/07/2007. México, DF.
16. Norma Oficial Mexicana. NOM-033-SAG/ZOO. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación: 26/08/2015. México, DF.

17. SAS. Institute Inc., SAS/STAT. Software, Ver. 9.00, Cary, NC27512-8000. USA. 2002.
18. Silva SR, Afonso JJ, Santos VA, Monteiro A, Guedes CM, Azevedo JMT, Dias-da-Silva A. *In vivo* estimation of sheep carcass composition using real-time ultrasound with two probes of 5 and 7.5 MHz and image analysis. J Anim Sci 2006;84(12):3433-3439.
19. Ripoll G, Joy M, Alvarez-Rodriguez J, Sanz A, Teixeira A. Estimation of light lamb carcass composition by *in vivo* real-time ultrasonography at four anatomical locations. J Anim Sci 2009;87(4):1455–1463.
20. Silva SR, Afonso J, Guedes CM, Gomes MJ, Santos VA, Azevedo JMT, Dias-da-Silva A. Ewe whole body composition predicted *in vivo* by real-time ultrasonography and image analysis. Small Ruminant Res 2016;136:173-178.
21. Silva SR, Gomes MJ, Dias-da-Silva A, Gil LF, Azevedo JMT. Estimation *in vivo* of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. J Anim Sci 2005;83:350–357.
22. Sahin EH, Yardimci M, Cetingu IS, Bayram I, Sengor E. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live Akkaraman lambs. Meat Sci 2008;79:716-721.
23. Teixeira A, Matos S, Rodrigues S, Delfa, R., Cadavez V. *In vivo* estimation of lamb carcass composition by real-time ultrasonography. Meat Sci 2006;74:289-295.
24. Delfa R, Teixeira A, Gonzalez C, Blasco I. Ultrasonic estimates of fat thickness and *longissimus dorsi* muscle depth for predicting carcass composition of live Aragon lambs. Small Ruminant Res 1995;16(2):159-164.
25. Pinheiro RSB, Jorge AM, Yokoo MJ. Correlações entre medidas determinadas *in vivo* por ultrassom e na carcaça de ovelhas de descarte. Rev Bras Zootec 2010;39(6):1161-1167.
26. Silva SR. Use of ultrasonographic examination for *in vivo* evaluation of body composition and for prediction of carcass quality of sheep. Small Ruminant Res 2017;152(2):144-157.