



## Correlación entre variables *ante mortem* y *post mortem* en canales de ovinos producidos en México



Lizbeth Esmeralda Robles Jiménez <sup>a</sup>

José Armando Partida de la Peña <sup>b\*</sup>

Miguel Enrique Arechavaleta Velasco <sup>b</sup>

Ignacio Arturo Domínguez Vara <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Estado de México, México.

<sup>b</sup> Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, km 1 Carretera a Colón, Ajuchitlán, Querétaro, México.

Autor de correspondencia: [partida.jose@inifap.gob.mx](mailto:partida.jose@inifap.gob.mx)

### Resumen:

El objetivo del trabajo fue estimar las correlaciones del área del ojo de chuleta (AOCh) y el espesor de la grasa subcutánea dorsal (EGSD) con variables morfométricas en canales ovinas producidas en México. Se emplearon 750 canales ovinas que se agruparon por genotipo (pelo, lana y cruzados pelo x lana), sexo (machos y hembras) y sistema de producción (intensivo y semiintensivo). Se determinó la normalidad de la distribución y se realizaron análisis de correlación simple para estimar el grado de asociación entre las variables. En los genotipos de pelo el AOCh se correlacionó con el peso de la canal tanto caliente como fría ( $r=0.42^{**}$ ;  $n=328$ ;  $P<0.001$  en machos y  $r=0.48^{**}$ ;  $n=91$   $P<0.001$  en hembras), pero en las hembras también tuvo relevancia el perímetro ( $r=0.52^{**}$ ;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ) y anchura de la grupa ( $r=0.48^{**}$ ;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ). En los animales de pelo, el EGSD se correlacionó con el peso a la matanza ( $r=0.36^{**}$ ;  $n=328$ ;  $P<0.001$  en machos y  $r=0.57^{**}$ ;  $n=91$ ;  $P<0.001$  en hembras). En los machos de lana el AOCh mostró correlación alta con la longitud de la canal ( $r=0.61^{**}$ ;

$n=116$ ;  $P<0.001$ ) y el perímetro de la grupa ( $r=0.50^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.001$ ), en tanto que el EGSD se correlacionó con la profundidad interna del tórax ( $r=0.50^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.01$ ) y su perímetro ( $r=0.45^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.001$ ). En las cruza de pelo  $\times$  lana, el AOCh tuvo la mayor correlación con la anchura del tórax ( $r=0.47^{**}$ ;  $n=215$ ;  $P<0.001$ ) y el peso de la canal caliente ( $r=0.43^{**}$ ;  $n=215$ ;  $P<0.001$ ) mientras que el EGSD solo tuvo una correlación baja con el peso a la matanza ( $r=0.19^{**}$ ;  $n=215$ ;  $P<0.001$ ).

**Palabras clave:** Ovinos, Canales, Correlación, Área del ojo de chuleta, Espesor de grasa.

Recibido: 29/04/2021

Aceptado: 16/08/2021

## Introducción

En México la producción de carne ovina ha mantenido un crecimiento promedio anual del 4.7 % durante los últimos veinticinco años, pasando de 29,887 t de carne en canal en 1995 a 64,758 t en el año 2020<sup>(1,2)</sup>. En la actualidad, se registra una población de casi 9.5 millones de cabezas y, con base en el crecimiento de los últimos cinco años, se tiene una expectativa de producir 65,891 t de carne en canal a fines del año 2021, con un valor estimado en 6,500 millones de pesos<sup>(3)</sup>. No obstante el buen desempeño que ha mostrado la ovinocultura nacional, México no posee un sistema oficial de clasificación de canales ovinas y solo cuenta con una norma (NMX-FF-106-SCFI-2006)<sup>(4)</sup> que se aplica en forma ocasional. Tampoco se tienen estándares de calidad que definan los atributos de las canales ovinas producidas, ni existen precios diferenciales basados en la calidad del producto final; solo se cuenta con información que relaciona variables medibles *in vivo* con las propiedades de la canal en la raza Pelibuey y en algunas de sus cruza<sup>(5,6,7,8)</sup>, así como en cruzamientos de hembras Katahdin<sup>(9,10)</sup> y Hampshire<sup>(11)</sup> con machos de razas cárnicas.

Desde hace algunos años se dispone en el mundo de métodos no invasivos para estimar la composición y calidad de la canal<sup>(12)</sup>, como el ultrasonido, la tomografía axial computarizada, los rayos X y la tomografía por emisión de positrones<sup>(13,14,15)</sup>; no obstante, la mayoría de esos métodos son muy costosos y poco prácticos<sup>(16)</sup>. También, se han realizado algunos estudios para determinar la relación que existe entre algunos componentes corporales con el peso y rendimiento de la canal<sup>(17)</sup>, así como la relación entre la conformación corporal y el peso vivo utilizando medidas zoométricas<sup>(18,19)</sup>, pero los resultados obtenidos están limitados a grupos genéticos muy específicos y no permiten predecir aspectos de calidad en la canal. Por todo lo anterior, el objetivo del presente estudio fue estimar el grado de asociación existente entre variables *ante mortem* y *post mortem* con parámetros indicativos de calidad, como el área del

ojo de chuleta y el espesor de la grasa subcutánea dorsal en canales ovinas producidas de manera comercial en México.

## Material y métodos

Se evaluaron 750 animales procedentes de los estados de México (60), Hidalgo (50), Veracruz (36), Zacatecas (38), Puebla (30), Jalisco (40), Coahuila (60), Sinaloa (187), San Luis Potosí (40), Guanajuato (30), Querétaro (64), Tabasco (35), Chiapas (45) y Yucatán (35) que fueron faenados de acuerdo con la NOM-ZOO-1995 Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Silvestres<sup>(20)</sup>. Los animales se finalizaron en los sistemas de producción intensivo (totalmente estabulado con alimentación balanceada a libertad) y semiintensivo (pastoreo con suplementación estratégica) y sacrificados en el rastro TIF o municipal más cercano a las explotaciones que se permitió acceso a sus instalaciones y se proporcionó información previa a la matanza. Se identificaron 11 razas puras de las cuales sobresalieron: Katahdin 11.0 %, Pelibuey 5.1 %, Rambouillet 5.0 %, Suffolk 3.4 %, Dorper 2.8 % y más de diez cruzamientos de los que los más representativos fueron: Pelibuey × Katahdin 16.3 %, Pelibuey × Dorper 9.6 %, Katahdin × Suffolk 9.0 %, Katahdin × Charollais 5.8 %, Katahdin × Dorper 5.4 %.

Para el análisis de los datos se identificó el sexo, la raza y el sistema de producción de cada uno de los animales. Utilizando la metodología descrita por Partida *et al*<sup>(21)</sup>, se tomaron registros del peso a la matanza, peso de la canal en caliente y en frío, rendimiento de la canal caliente y fría, longitud interna de la pierna (distancia más caudal del periné y el punto más distal del borde medial de la superficie articular tarso-metatarsiana), longitud de la canal (distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana y el borde anterior de la primera costilla, en su punto medio), perímetro de la grupa (a nivel de los trocánteres de ambos fémures), ancho de la grupa (anchura máxima entre los trocánteres de ambos fémures), ancho del tórax (anchura máxima entre las costillas a nivel de la 6ª vertebra torácica), perímetro torácico (circunferencia de la canal sobre las costillas a la altura de la 6ª vertebra torácica) y profundidad interna del tórax (distancia máxima entre el esternón y el dorso de la canal a nivel de la 6ª vertebra torácica) de cada uno de los animales. Asimismo, se calculó el índice de compacidad de la canal (peso de la canal fría en kg / longitud interna de la canal en cm), se midió el área del ojo de chuleta (en la zona de corte a nivel de la 13ª costilla) y el espesor de la grasa subcutánea dorsal (también en la zona de corte sobre la 13ª costilla), variables que están relacionadas con la calidad de la canal<sup>(22)</sup>.

Todos los animales se clasificaron de acuerdo con su grupo genético (pelo, lana y cruzados pelo × lana), sexo (machos y hembras) y sistema de producción (intensivo y semiintensivo). A partir de esta clasificación se formaron los cuatro grupos de animales siguientes: machos de pelo producidos bajo el sistema semiintensivo ( $n= 328$ ), hembras de pelo producidas en

el sistema semiintensivo ( $n=91$ ), machos de lana producidos en el sistema intensivo ( $n=116$ ) y machos cruzados producidos en el sistema semiintensivo ( $n=215$ ).

Inicialmente, se realizaron análisis dentro de cada grupo para determinar si la distribución de las variables incluidas en el estudio se ajustaban a una distribución normal, para esto se utilizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk<sup>(23)</sup>, y posteriormente se realizaron análisis de correlación lineal simple para estimar el grado de asociación existente entre las variables *in vivo* y *post mortem* con el área del ojo de chuleta y el espesor de la grasa subcutánea dorsal. Los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el paquete estadístico JMP ver. 4.0<sup>(24)</sup>.

## Resultados y discusión

Los análisis de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk mostraron que la distribución de las variables incluidas en el estudio se ajustó a una distribución normal.

En el grupo de machos de pelo producidos bajo el sistema semiintensivo, se obtuvo una correlación positiva y altamente significativa entre el área del ojo de chuleta (AOCh) y el peso a la matanza ( $r=0.38^{**}$ ;  $n=328$ ;  $P<0.001$ ), el peso de la canal caliente ( $r=0.42^{**}$ ;  $n=328$ ;  $P<0.001$ ) y el peso de la canal fría ( $r=0.42^{**}$ ;  $n=328$ ;  $P<0.001$ ), con promedios de  $43.34 \pm 6.22$ ;  $21.46 \pm 3.15$  y  $20.90 \pm 3.04$  kg respectivamente para las variables mencionadas. En este grupo, el espesor de la grasa subcutánea dorsal (EGSD), también se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con el peso a la matanza ( $r=0.36^{**}$ ;  $n=328$ ;  $P<0.001$ ) y con la profundidad interna del tórax ( $r=0.34^{**}$ ;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ) (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Correlación del área del ojo de chuleta y el espesor de la grasa subcutánea con diferentes variables de la canal en machos de pelo del sistema semiintensivo ( $n=328$ )

Variable	PM	PCC	PCF	RCC	RCF	PG	AG	PIT	ICC
AOCh	0.38* *	0.42**	0.42**	0.15**	0.16	0.27**	0.28**	0.15**	0.24**
EGSD	0.36* *	0.23* *	0.26**	-8.08	- 0.11	0.25**	0.20**	0.34**	0.17**

PM= peso a la matanza; PCC= peso canal caliente; PCF= peso canal fría; RCC= rendimiento canal caliente; RCF= rendimiento canal fría; PG= perímetro de la grupa; AG= ancho de la grupa; PIT= profundidad interna del tórax; ICC= Índice de compacidad de la canal. AOCh = área del ojo de chuleta; EGSD= espesor grasa subcutánea dorsal.

En el grupo de hembras de pelo producidas bajo el sistema semiintensivo, el AOCh mostró coeficientes de determinación altamente significativos con el peso de la canal caliente ( $r=$

0.48\*\*;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ) y el peso de la canal fría ( $r=0.49$ \*\*;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ), así como con el perímetro de la grupa ( $r=0.52$ \*\*;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ), el ancho de la grupa ( $r=0.48$ \*\*;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ) y el índice de compacidad de la canal ( $r=0.43$ \*\*;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ). Por su parte, el EGSD mostró el coeficiente de determinación más alto con el peso a la matanza ( $r=0.57$ \*\*;  $n=91$ ;  $P<0.001$ ) (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Correlación del área del ojo de chuleta y el espesor de la grasa subcutánea con diferentes variables de la canal en hembras de pelo del sistema semiintensivo ( $n=91$ )

Variables	PM	PCC	PCF	RCC	RCF	PG	AG	PIT	ICC
AOCh	0.32*	0.48**	0.49**	0.34*	0.36**	0.52**	0.48**	0.34*	0.43**
EGSD	0.57**	0.03	0.02	0.36**	0.34**	0.31*	0.09	-0.11	-0.05

PM= peso a la matanza; PCC= peso canal caliente; PCF= peso canal fría; RCC= rendimiento canal caliente; RCF= rendimiento canal fría; PG= perímetro de la grupa; AG= ancho de la grupa; PIT= profundidad interna del tórax; ICC= Índice de compacidad de la canal. AOCh = área del ojo de chuleta; EGSD= espesor grasa subcutánea dorsal.

La relación entre el AOCh y el peso de la canal, tanto caliente como fría, que se observó en los machos y las hembras de pelo producidos bajo el sistema semiintensivo, es coincidente con lo que se reporta en la literatura desde hace algún tiempo<sup>(25,26,27)</sup>, y se explica por la analogía que hay entre el tamaño corporal y las dimensiones de cada uno de los componentes que forman la canal (crecimiento alométrico). No obstante, algunos autores han indicado que el peso vivo puede presentar ciertas deficiencias como indicador de la composición corporal, debido a que no se puede hacer la distinción entre diferentes estados de madurez del animal<sup>(28)</sup>. En este estudio, evidentemente hubo variación en la edad de los animales y en su grado de madurez, pero no fue proporcionada esa información por los productores antes ni al momento de la matanza.

Se sabe que el AOCh es un buen estimador de la proporción de músculo existente en la canal de diferentes especies domésticas<sup>(29,30)</sup>; de hecho, se han obtenido correlaciones muy elevadas ( $r=0.96$ ) entre el peso de la canal fría y su proporción de músculo cuando se han evaluado grupos genéticos extremadamente homogéneos como, por ejemplo, corderos lactantes de la raza Manchega, los cuales fueron manejados y alimentados bajo las mismas condiciones<sup>(31)</sup>. Lo anterior muestra que el peso de la canal podría ser útil y práctico para estimar el AOCh y la proporción de músculo en la canal, puesto que su pesaje es una medición fácil y rápida. De acuerdo con los resultados, la variable que presentó mayor correlación con el EGSD fue el peso a la matanza, tanto en hembras como en machos de pelo. Esto también se ha observado en algunos estudios que usaron ultrasonido para medir la cobertura grasa en la canal ovina<sup>(32,33,34)</sup>. De igual forma, en ovinos de la raza Texel (con 20 kg de peso vivo) se reportó una correlación ( $r=0.33$ ;  $186 P<0.05$ ) entre el peso a la matanza

y el EGSD<sup>(35)</sup>. Asimismo, otros autores que emplearon corderos de la raza Awassi, observaron una correlación entre el EGSD y el peso a la matanza, la cual se incrementó ( $r=0.71$  a  $r=0.83$ ) al aumentar el peso corporal de 30 a 40 kg y diferenciar el sexo dentro del modelo<sup>(34)</sup>.

En cuanto al grupo de machos de lana criados en el sistema intensivo, el AOCh tuvo una correlación positiva con la longitud de la canal ( $r=0.61^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.001$ ) y el perímetro de la grupa ( $r=0.58^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.001$ ), en tanto que en EGSD dorsal se correlacionó positivamente con el rendimiento en canal caliente ( $r=0.42^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.001$ ), el perímetro del tórax ( $r=0.45^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.001$ ) y la profundidad interna de éste ( $r=0.50^{**}$ ;  $n=116$ ;  $P<0.001$ ) (Cuadro 3).

**Cuadro 3:** Correlación del área del ojo de chuleta y el espesor de la grasa subcutánea con diferentes variables de la canal en ovinos machos de lana del sistema intensivo ( $n=116$ )

Variables	RCC	RCF	PG	PT	LP	LC	PIT	ICC
AOCh	-0.14	-0.01	0.58 <sup>**</sup>	-0.08	-0.07	0.61 <sup>**</sup>	-0.1	-0.20 <sup>*</sup>
EGSD	0.42 <sup>**</sup>	0.29 <sup>**</sup>	-0.25 <sup>*</sup>	0.45 <sup>**</sup>	0.33 <sup>**</sup>	-0.25 <sup>*</sup>	0.50 <sup>**</sup>	0.30 <sup>**</sup>

RCC= rendimiento canal caliente; RCF= rendimiento canal fría; PG= perímetro de la grupa; PT= perímetro del tórax; LP= longitud de pierna; LC= longitud de canal; PIT= profundidad interna del tórax; ICC= Índice de capacidad de la canal. AOCh= área del ojo de chuleta; EGSD= espesor grasa subcutánea dorsal.

Las altas correlaciones del AOCh con la longitud de la canal, también han sido reportadas por otros autores<sup>(31)</sup>, quienes emplearon borregos lactantes de las razas Manchega y Churra Tensina para predecir la composición de la canal, y observaron que la longitud de ésta fue la variable mejor correlacionada ( $r=0.869$  y  $r=0.31$ , respectivamente para cada una de las razas) con el peso del músculo y concluyeron que la longitud de la canal tiene una correlación positiva con la totalidad de carne aprovechable, debido a que las canales más largas presentan cuartos traseros con mayor longitud, los cuales tienen un importante aporte al rendimiento cárnico. Lo anterior, indica que a mayor longitud y anchura de la canal, mayor cantidad de carne se podría obtener de la misma, ya que el área del ojo de chuleta ha mostrado una estrecha correlación con la cantidad total de músculo presente en la canal<sup>(36)</sup>; incluso, en Australia los ovinocultores seleccionan a los ovinos más largos porque aseguran que son los que producirán mayor cantidad de carne<sup>(37)</sup>.

Al examinar las variables que presentaron una correlación con el espesor de la grasa subcutánea en los ovinos de lana, se observó que el perímetro torácico y la profundidad interna del tórax fueron las variables que mejor correlación mostraron ( $r=0.45$ ;  $n=116$ ;  $P>0.001$  y  $r=0.50$ ;  $n=116$ ;  $P>0.001$ , respectivamente), lo que es coincidente con los

resultados de otros autores<sup>(16)</sup>, quienes al caracterizar una nueva raza lanar, indicaron que el costillar es el corte mejor correlacionado con la cantidad de grasa subcutánea en corderos, pues el costillar fue la región de la canal con mayor depósito de tejido adiposo<sup>(38)</sup>. No obstante, otros autores que evaluaron ovinos de raza Manchega, determinaron que también existe una correlación alta ( $r= 0.70$ ) entre la anchura del tórax y la cantidad de músculo existente en la canal<sup>(31)</sup>.

En el grupo de machos cruzados producidos en el sistema semiintensivo, se obtuvieron las mayores correlaciones del AOCh con la anchura del tórax ( $r= 0.47^{**}$ ;  $n= 215$ ;  $P<0.001$ ) y el peso de la canal caliente ( $0.43^{**}$ ;  $n= 215$ ;  $P<0.001$ ), mientras que el EGSD solo mostró una correlación baja con el peso a la matanza ( $r= 0.19^{**}$ ;  $n= 215$ ;  $P<0.001$ ) (Cuadro 4).

**Cuadro 4:** Correlación del área del ojo de chuleta y el espesor de la grasa subcutánea con diferentes variables de la canal en ovinos machos cruzados (pelo x lana) del sistema semiintensivo ( $n=215$ )

Variables	Peso a la matanza	Peso canal caliente	Peso canal fría	Ancho del tórax	Longitud de la pierna
AOCh	0.37**	0.43**	0.39**	0.47**	0.40**
EGSD	0.19**	0.14	0.12	0.06	-0.05

AOCh= área del ojo de chuleta; EGSD= espesor grasa subcutánea dorsal.

También en los machos cruzados (pelo x lana) se mantuvo la relación entre el AOCh y el peso de la canal, lo que coincide con lo observado en los otros dos grupos del sistema semiintensivo, lo que puede ser debido a la mayor participación de razas de pelo como la Pelibuey y la Katahdin en este tipo de sistema productivo<sup>(21)</sup>. Por su parte, la correlación del AOCh con la anchura del tórax podría estar más asociada con la participación de razas cárnicas como la Dorper, la cual se caracteriza por sus dimensiones de perímetro y anchura del tórax, derivadas del mejoramiento genético que se ha enfocado a la selección de animales con el tronco más ancho. En la actualidad, los productores buscan animales con mayor espesor del tronco, porque son los que presentan una mayor cantidad de músculo en la canal<sup>(37)</sup>.

En general y a pesar de la fuerte variación existente en las canales ovinas producidas en el país, el peso de la canal podría ser una variable útil y práctica para estimar la proporción de músculo que la compone; adicionalmente, el pesaje de la canal es una medición fácil, rápida y económica. No obstante lo anterior, es conveniente obtener ecuaciones de predicción para cada uno de los genotipos autóctonos, de manera que se minimicen los errores que conlleva la aplicación de ecuaciones que fueron calculadas para otros genotipos y rangos de peso<sup>(39)</sup>.

## Conclusiones e implicaciones

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio y a pesar de la alta heterogeneidad que existe en las canales ovinas producidas en México, se observó que en machos y hembras de pelo del sistema semiintensivo, así como en las cruizas de pelo por lana de ese mismo sistema, el peso de la canal tanto en caliente como en frío, se correlacionó con el área del ojo de chuleta, el cual es un buen estimador de la proporción de músculo en la canal. Asimismo, en los machos y hembras de pelo del sistema semiintensivo el peso a la matanza se correlacionó con el espesor de la grasa subcutánea dorsal, que nos indica el grado de finalización del animal. Contrariamente, en los machos de lana del sistema intensivo, las mediciones de longitud de la canal y el perímetro de la grupa presentaron las mejores correlaciones con el área del ojo de chuleta, que se sabe es un fiel estimador de la muscularidad de la canal. En general, se puede concluir que las mejores correlaciones entre los parámetros estudiados están asociadas con las características corporales del animal y con las particularidades de la canal, las cuales son originadas por el genotipo del animal. Esto implica que las mediciones sobre el animal vivo o su canal, podrían ser de gran utilidad para que los productores y procesadores tengan una mejor idea de la calidad de la carne que ofrecen al mercado.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT por el financiamiento de este trabajo y por la beca para la realización de estudios de maestría en ciencias del primer autor.

### Conflicto de interés

Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de interés de ningún tipo.

### Literatura citada:

1. SIACOM. Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta. <https://nube.siap.gob.mx/index.php/s/AQROGZKKqEek6wh>. Consultado 22 Abr, 2021.
2. SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Resumen Nacional Producción, Precio, Valor, Animales sacrificados y Peso. [http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario\\_siapx\\_gobmx/ResumenNacional.do?jsessionid=169DC54CFE6DCBA023DC67653184405E](http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/ResumenNacional.do?jsessionid=169DC54CFE6DCBA023DC67653184405E). Consultado 22 Abr, 2021.

3. SNIIM. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. SNIIM - Sistema Nacional de Información de Mercados. Secretaría de Economía Precios de Frutas, Hortalizas, Vegetales, Carnes, Pescados, Pecuarios, Pesqueros (economia-sniim.gob.mx). Consultado 22 Abr, 2021.
4. NMX-FF-106 SCFI-2006. Norma Mexicana para la Clasificación de Carne Ovina en Canal. Productos Pecuarios. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de agosto de 2006.
5. Gutiérrez J, Rubio MS, Méndez RD. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Sci* 2005;70:1-5. doi.org/10.1016/i.meatsc.2004.10.017.
6. Bautista-Diaz E, Salazar-Cuytun R, Chay-Canul A, García-Herrera R, Piñero-Vázquez A, Magaña-Monforte J, *et al.* Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. *Small Ruminant Res* 2017;147:115-119. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.037.
7. Partida PJA, Braña BD, Martínez RL. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Téc Pecu Méx* 2009;47(3):313-322.
8. Aguilar-Hernández E, Chay-Canul A, Gómez-Vázquez A, Magaña-Monforte J, Ríos-Rincón F, Cruz-Hernández A. Relationship of ultrasound measurements and carcass traits in Pelibuey ewes. *J Anim Plant Sci* 2016;26(2):325-330.
9. Vázquez SET, Partida PJA, Rubio LMS, Méndez MD. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. *Rev Mex Cienc Pecu*, 2009;2(3):247-258.
10. Partida PJA, Vázquez E, Rubio MS, Méndez MD. Effect of breed sire on carcass traits and meat quality of Katahdin lambs. *J Food Res* 2012;1(4):141-149.
11. López VMM, De la Cruz CL, Partida PJA, Torre HG, Becerril PC, Buendía RG, Jiménez BMR, Alfar RRH. Efecto de la raza paterna en las características de la canal de corderos en un sistema de producción comercial en Hidalgo, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2016;7(4):441-453.
12. 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.

13. Lambe N, Navajas E, Bünger L, Fisher A, Roehe R, Simm G. Prediction of lamb carcass composition and meat quality using combinations of *post-mortem* measurements. *Meat Sci* 2009;81:711-719. doi:10.1016/j.meatsci.2008.10.025.
14. Navajas EA, Glasbey CA, Mclean KA, Fisher AV, Charteris AJL, Lambe, NR, Bünger L, Simm G. “Science: *In vivo* Measurements of muscle volume by automatic image analysis of spiral computed tomography scans. *Anim Sci* 2006;82(4):545-553. doi:10.1079/ASC200662.
15. Ripoll G, Joy M, Alvarez-Rodríguez J, Sanz A, Teixeira A. Estimation of light lamb carcass composition by *in vivo* real-time ultrasonography at four anatomical locations 1. *J Anim Sci* 2009;87(4):1455-1463. doi: 10.2527/jas.2008-1285.
16. Camacho A, Perez V, Mata J, Bermejo LA. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de la canal en dos razas ovinas canarias. *Arch de Zootec* 2011;60:1125-1135.
17. González GR, Salinas HRM, Garduza AG, Reyes MF. Componentes corporales en ovinos de pelo para abasto en el sureste mexicano. *Zootec Trop* 2014;32(1):23-32.
18. Vilaboa AJ, Bozzi R, Díaz RP, Bazzi L. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Katahdin en el estado de Veracruz, México. *Zootec Trop* 2010;28(3)321-328.
19. Pulgarón BPP, Castro AR, Yglesias RO. Relación entre el peso y las medidas corporales al nacimiento en hembras y machos ovinos de la raza Pelibuey. *Engormix ovinos* 2012. <https://www.engormix.com/ovinos/foros/relacion-entre-peso-medidas-t14793/>. Consultado 28 Abr, 2021.
20. NOM-033-ZOO-1995: Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Silvestres. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio de 1995.
21. Partida PJA, Ríos RFG, De la Cruz CL, Domínguez VIA, Buendía RG. Caracterización de las canales ovinas producidas en México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2017;8(3):269-277. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8>.
22. Cañeque V, Sañudo AC. Estandarización de las metodologías para la evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA: Serie Ganadera No. 3 Madrid, España. 2005.
23. Field A. Regression. *Discovering Statistics Using SPSS*. 3° ed. SAGA. 2009.
24. SAS. JMP. (Statistical Discovery Software), Ver 4.0 (academy); Cary N. C. USA Inst. Inc. 2002.

25. Delfa R, González C, Teixeira A. Use of cold carcass weight and fat depth measurements to predict carcass composition of raza Aragonesa. *Small Ruminant Res* 1996;20:267-274.
26. Safari E, Hopkins DL, Fogarty NM. Diverse lamb genotypes 4. Predicting the yield of saleable meat and high value trimmed cuts from carcass measurements. *Meat Sci* 2001;58:207-214.
27. Carrasco S, Ripoll G, Panea B, Álvarez-Rodríguez J, Joy M. Carcass tissue composition in light lambs: Influence of feeding system and prediction equations. *Livest Sci* 2009; 126:112-121. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.06.006>.
28. Cavanaugh CR, Jonas E, Hobbs M, Thomson PC, Tamman I, Raadsma HW. Mapping Quantitative Trait Loci (QTL) in sheep. III. QTL for carcass composition traits derived from CT scan and aligned with a meta-assembly for sheep and cattle carcass QTL. *Genet Select Evol* 2010;42:36.
29. Silva SR, Gudes CM, Santos VA, Lourenco AI, Azevedo JM, Dias-da Silva A. Sheep carcass composition estimated from *Longissimus thoracis et lumborum* muscle volume measured by *in vivo* real-time ultrasonography. *Meat Sci* 2007;76(4):708-714. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.02.009.
30. Morais MG, Biava MB, Bertholini RC, Walker CC, Fernandes HJ, Duarte LSAR, Brandão FÍCC, Dias FGL. Models predict the proportion of bone, muscle, and fat in ewe lamb carcasses from *in vivo* measurements of the 9th to 11th rib section and of the 12th rib. *Semina: Ciências Agrárias* 2016;37(2):1081-1090. doi:10.5433/1679-0359.2016v37n2p1081.
31. Díaz MT, Cañeque V, Lauzurica S, Velasco S, Ruiz de Huidobro F, Perez C. Prediction of suckling lamb carcass composition from objective and subjective carcass measurements. *Meat Sci* 2004;66:895-902. doi:10.1016/j.meatsci.2003.08.013.
32. Leeds TD, Mousel MR, Notter DR, Zerby HN, Moffet CA, Lewis GS. B-mode real-time ultrasound for estimating carcass measures in live sheep: Accuracy of ultrasound measures and their relationships with carcass yield and value. *J Anim Sci* 2008;86:3203-3214. doi: 10.2527/jas.2007-0836.
33. Orman A, Çalışkan UG, Dikmen S, Ustuner H, Oğan M, Çalışkan C. The assessment of carcass composition of Awassi male lambs by real-time ultrasound at two different live weights. *Meat Sci*, 2008;80:1031-1036. doi:10.1016/j.meatsci.2008.04.022.
34. Orman A, Caliskan GU, Dikmen S. The assessment of carcass traits of Awassi lambs by real-time ultrasound at different body weights and sexes. *J Anim Sci* 2010;88(10):3428-3438. doi:10.2527/jas.2009-2431.

35. Wolf BT, Jones DA, Owen MG. *In vivo* prediction of carcass composition and muscularity in purebred Texel lambs. *Meat Sci* 2006;74(2):416-423. doi:10.1016/j.meatsci.2006.02.019.
36. Williams AR. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. *J Anim Sci* 2002;80:183-188. doi:10.2527/animalsci2002.80E-Suppl\_2E183x.
37. Anderson F, Pannier L, Pethick DW, Gardner GE. Intramuscular fat in lamb muscle and the impact of selection for improved carcass lean meat yield. *Animal*. 2015.1081-1090. doi: 10.1017/S1751731114002900.
38. Yakan A, Ünal N. Meat production traits of a new sheep breed called Bafra in Turkey 1. Fattening, slaughter, and carcass characteristics of lambs. *Trop Anim Health and Product* 2010;42(4):751-759. doi 10.1007/s11250-009-9483-8.
39. Lauz FOG, Diniz RF, Teixeira CRA, Francieli FV, Benetti M. Measurement of rib-eye area by the method of digital images. *R Bras Zootec* 2012;4(3). doi.http://dx.doi.org/10.1590/51516-35982012000300047.