



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**RELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL, GRASA
SUBCUTÁNEA Y EL ÁREA DEL MUSCULO MEDIDOS POR
ULTRASONIDO EN OVEJAS PELIBUEY**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

ADRIÁN PALOMEQUE BAEZA

ASESORES:

**DR. ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL
DR RICARDO ALFONSO GARCÍA HERRERA**

VILLAHERMOSA, TABASCO, NOVIEMBRE DE 2017



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS
AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE ESTUDIOS TERMINALES

Asunto: Autorización de Impresión de
Trabajo Recepcional bajo la
Modalidad de: Tesis.

Fecha: 06 de noviembre de 2017.

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON,
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E.

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), Informo a usted, con base al artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (a) **C. Adrián Palomeque Baeza**, con **matrícula 111C13059**, egresado(a) de la Licenciatura de **Medicina Veterinaria y Zootecnia**, de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, la **impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de **Tesis**, Titulado: **"Relación entre la condición corporal, grasa subcutánea y el área del músculo medido por ultrasonido en ovejas pelibuey"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. ROBERTO FLORES BELLO
DIRECTOR

C.c.p.- Expediente Alumno.
Archivo
DR. RFBMCAHA

Miembro CUMEX desde 2001
Consortio de
Universidades
Mexicanas
UNA RED DE COLABORACIÓN ACADÉMICA

Km 25 de la carr. fed. 195, tramo Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. (+52 993) 3381500-Ext. 6614
Correo electrónico: terminalesdaca@gmail.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe y autoriza por medio del presente escribo a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la Modalidad de Tesis denominado **"RELACIÓN ENTRE LA CONDICIÓN CORPORAL, GRASA SUBCUTÁNEA Y EL ÁREA DEL MUSCULO MEDIDOS POR ULTRASONIDO EN OVEJAS RELIBUEY"**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco del Trabajo Recepcional antes mencionado, será únicamente y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro. Autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitada para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID), y cualquier otra red académica con que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes mencionado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la Tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco en el mes de noviembre del año 2017

Autorizo



Adrián Palomeque Baeza

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2.OBJETIVOS E HIPÓTESIS	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
2.3 Hipótesis	4
3. ANTECEDENTES.....	5
3.1 Métodos para determinar las reservas energéticas corporales en borregos.....	5
3.1.1 Condición corporal.....	5
3.1.2 Uso de ultrasonido para determinar la composición corporal	7
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
4.1 Ubicación,Animales, manejo y alimentación	9
4.2 Espesor de la grasa subcutánea (EGS) y área del musculo L. dorsi (AMLD)	9
4.3 Análisis de los datos.....	10
5. RESULTADOS	11
6 DISCUSIÓN	14
7 CONCLUSIÓN	16
8. LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Título	Página
Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta experimental.	8
Tabla 2. Mínimos Cuadrados medios ($\pm$ E. E.) para producción de leche por día y la composición química en dos razas de ovejas de pelo con diferente tipo de parto durante siete semanas de lactancia.	10

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico principalmente a Dios por darme la vida y guiarme por el sendero del bien iluminando siempre mi camino.

A mis padres sabiendo que no existirá una forma de agradecer toda una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su incondicional apoyo.

CON ADMIRACION Y RESPETO

GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mis expectativas.

Agradezco a mis asesores de tesis al **DR. ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL** y el

DR. RICARDO ALFONSO GARCIA HERRERA por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos científicos, así como también haberme tenido paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

A LOS REVISORES Por sus observaciones para mejorar mi trabajo de tesis.

AL DR. JOSÉ MANUEL PIÑA GUTIÉRREZ, dueño del Rancho el Rodeo, por las facilidades otorgadas para la realización del presente estudio.

AL PROGRAMA DE FOMENTO A LA INVESTIGACIÓN por el financiamiento del Proyecto de investigación Titulado: “Eficiencia energética madre/cría en ovinos de pelo financiado por el (PFI: UJAT-DACA-2015-IA-02).

RESUMEN

Este estudio se realizó para evaluar la relación entre la condición corporal (CC), espesor de la grasa subcutánea (EGS) y el área del músculo *Longissimus dorsi* (ALD) medido por ultrasonografía en 80 ovejas Pelibuey. Las mediciones por ultrasonido (MUS) se determinaron mediante un equipo de ultrasonido en tiempo real Aloka 500, modo B con una sonda lineal de 5 MHz. Las ovejas fueron rasuradas previamente entre la 12ª y 13ª vértebras torácicas y la 3ª y 4ª vértebra lumbar. El EGS en las regiones torácica y lumbar varió de 0 a 5,50 mm y el ALD en la región torácica y lumbar varió de 2.96 a 13.00 cm². La CC tuvo una correlación positiva moderada ($p < 0,0001$) el EGS torácica y lumbar ($0.45 \leq r \leq 0.60$), así como con ALD torácica y lumbar ($0.65 \leq r \leq 0.67$). Las ecuaciones de regresión lineal simple entre la CC y las MUS en ovejas Pelibuey fueron significativas (< 0.0001), siendo un mejor predictor de la CC el ALD ($r^2 = 0.92$) que EGS ($r^2 = 0.21-0.36$). Las ecuaciones de regresión lineal múltiple que incluyó a EGS y ALD en la región lumbar como variables independientes demostró ser el mejor ($r^2 = 0.93$, CME = 0,76 y DER = 0.87) para predecir la CC en ovejas Pelibuey. En conclusión, las medidas de ultrasonido puede ser usado para predecir la CC, , principalmente ALD en ovejas Pelibuey multíparas, no gestante y no lactantes.

Palabras clave: ovejas Pelibuey; condición corporal; espesor de la grasa subcutánea; medidas de ultrasonido

ABSTRACT

This study was conducted to assess the relationship between body condition score (BCS) and backfat thickness (FT) and *Longissimus dorsi* area (LDA) measured by ultrasonography in 80 Pelibuey ewes. The ultrasound measurements (USM) were determined using a real-time ultrasound equipment Aloka 500 B mode, with a 5 MHz linear probe. Ewes were shaved previously between the 12th and 13th thoracic vertebrae and the 3rd and 4th lumbar vertebrae regions. The FT in the thoracic and lumbar regions ranged from 0 to 5.50 mm and the thoracic and lumbar LDA varied from 2.96 to 13.00 cm². BCS had positive moderate correlation ($P < 0.0001$) with thoracic and lumbar FT ($0.45 \leq r \leq 0.60$), as well as with thoracic and lumbar LDA ($0.65 \leq r \leq 0.67$). Simple linear regression equations between BCS and USM in Pelibuey ewes were significant (< 0.0001), being a better predictor LDA ($r^2 = 0.92$) than FT ($r^2 = 0.21-0.36$) of the BCS. A multiple linear regression equation that included lumbar FT and LDA as independent variables showed to be the best ($r^2 = 0.93$, MSE = 0.76 and RSD = 0.87) to predict BCS in Pelibuey ewes. In conclusion, ultrasound measurements may be used to predict BCS, mainly LDA, in multiparous and non-pregnant Pelibuey ewes.

Key words: Pelibuey ewes; body condition; back fat thickness; ultrasound measurements

1. INTRODUCCIÓN

La producción de ovinos en México se distribuye en todo el territorio nacional donde se ha identificado de dos maneras: como un ingreso familiar y de autoconsumo y como una actividad empresarial (INEGI, 2013). La carne de ovino tiene una alta demanda para consumo humano en los estados del centro del país donde se acostumbra la elaboración de platillos tradicionales como barbacoa, birria y mixiotes (Aguilar-Hernández et al., 2016). La producción de carne nacional se incrementa año con año, sin embargo, esto no cubre la demanda del consumo nacional aparente que de 1995 a 2005 registró un incremento del 69% por lo que depende de las importaciones en un 58% (SIAP, 2014).

El trópico mexicano, es un área viable para impulsar el desarrollo de la cría y producción de ovinos de pelo considerados como una especie animal bien adaptada a los factores ambientales del trópico (Atto 2007). Al respecto, en los estados de Tabasco y Yucatán ubicados en la región sureste de México con clima tropical durante el periodo de 2002 a 2011 se incrementó la población de ovinos del 37 y 95% respectivamente (INEGI, 2013). Los principales genotipos ovinos en las zonas tropicales son las razas de pelo Pelibuey, Blackbelly y sus cruces, debido a su buen nivel de adaptación biológica a las condiciones de calor, humedad (Atto 2007).

Por otro lado, en el trópico, la producción de forraje es estacional lo que permite que los ovinos almacenen reservas corporales (energía) en la época de mayor producción de forraje, y movilizarlas cuando el consumo de alimento no es suficiente para cubrir sus

necesidades (Tolkamp et al., 2010). En el caso de las hembras, las reservas energéticas condicionan en gran medida su productividad (Kenyon et al., 2014).

En este sentido, la borrega Pelibuey a pesar de representar un buen material genético para la producción de carne en el trópico, existen factores nutricionales, ambientales y de manejo que pueden afectar las reservas energéticas, alterando los parámetros productivos y reproductivos. De ahí la importancia de evaluar las reservas corporales de energía (grasa principalmente) para determinar la dinámica (acumulación-movilización) de energía según el estado nutricional de los animales. Para la evaluación de las reservas corporales existen diferentes métodos sin embargo debido a su complejidad algunos solo se utilizan a nivel de laboratorio (Chay-Canul et al 2011).

La condición corporal (CC) ha sido utilizado como un índice de reservas de energía cuerpo disponible en ovejas (Chay-Canul et al., 2011; Kenyon et al. 2014; Chay-Canul et al., 2016), cabras (Mendizabal et al. 2011), vacas lecheras (Schröder y Staufenbiel 2006), ganado Cebú (Ayres et al. 2009) y burros (Quaresma et al. 2013). Aunque existen varios métodos disponibles para la evaluación y predicción de las reservas de energía del cuerpo, en condiciones de campo, el peso vivo (PV) y la CC son los únicos disponibles.

La CC es un método que es fácil de realizar y no requiere ningún tipo de equipamiento especial para la medición (Mendizabal et al. 2011, Kenyon et al. 2014); sin embargo, esta medida se considera en cierta medida subjetiva; por lo que se han desarrollado varios métodos para la predicción de reservas corporales y para determinación de la CC en ovinos, bovinos y otras especies (Quaresma et al. 2013), entre las que destacan las mediciones

biométricas, el espesor de la grasa subcutánea, profundidad y diámetro de los adipocitos y el uso de imágenes térmicas digitales (Schröder y Staufenbiel 2006, Teixeira et al. 2008, Azzaro et al. 2011, Halachmi et al. 2013; Chay-Canul et al., 2016).

Aunque el ultrasonido no se emplea comúnmente para predecir las reservas de grasa y la CC, se han obtenido resultados razonables en équidos (Quaresma et al. 2013; Silva et al. 2016) y vacas (Zulu et al., 2001; Broring et al., 2003; Schröder y Staufenbiel 2006, Ayres et al. 2009; Azzaro et al. 2011; Correa-Orozco et al., 2013; Hussein et al., 2013). En este sentido, Hussein et al. (2013), Schröder y Staufenbiel (2006) informaron que debido a la llegada de la ecografía, el espesor de la grasa dorsal puede medirse directamente y utilizado para evaluar el estado de energía de vacas lecheras junto con la CC. En ovejas Pelibuey, previamente Chay-Canul et al. (2016) encontraron una pobre relación entre la grasa subcutánea y los depósitos de grasa. Por otro lado en équidos, Silva et al. (2016) y Quaresma et al. (2013) reportaron que las medidas del espesor de la grasa subcutánea y la CC estuvo altamente asociada a la CC en equinos.

Sin embargo en ovejas de pelo, la relación entre las medidas del espesor de la grasa subcutánea y el área del musculo *Longissimus dorsi* determinadas por ultrasonido y su relación con la CC no se ha estudiado a profundidad y bajo condiciones de campo. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la relación entre las medidas del espesor de la grasa subcutánea y el área del musculo *L. dorsi* determinadas por ultrasonido y su relación con la CC en ovejas Pelibuey adultas.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivo general

Evaluar la relación entre las medidas del espesor de la grasa subcutánea y el área del musculo *Longissimus dorsi* determinadas por ultrasonido y su relación con la condición corporal en ovejas Pelibuey.

2.2 Objetivos específicos

- 1) Determinar la relación entre las medidas del espesor de la grasa subcutánea determinada por ultrasonido y su relación con la condición corporal en ovejas Pelibuey.
- 2) Determinar la relación entre el área del musculo *L. dorsi* determinado por ultrasonido y su relación con la condición corporal en ovejas Pelibuey.
- 3) Desarrollar ecuaciones de regresión entre el espesor de la grasa subcutánea y el área del musculo *L. dorsi* determinadas por ultrasonido y la condición corporal en ovejas Pelibuey.

2.3 Hipótesis

Las medidas del espesor de la grasa subcutánea y el área del musculo *Longissimus dorsi* determinadas por ultrasonido presentarán una buena relación con la CC en ovejas Pelibuey.

3. ANTECEDENTES

3.1 Métodos para determinar las reservas energéticas corporales en borregas

3.1.1 Condición corporal

La condición corporal (CC) es una forma de evaluar el estado de reservas corporales que tiene un animal y puede ayudar a comprender la adecuación entre el alimento disponible y las necesidades de las ovejas a lo largo del ciclo productivo (Kenyon et al., 2014).

Debido a la subjetividad asociada a su determinación fue necesario desarrollar un sistema estandarizado de puntuación que permitiera una mayor precisión. Este método fue desarrollado por Jefferies (1961) y modificada por Russel et al. (1969) en ovejas de clima templado de la raza Scottish black face considerando la variación de depósitos grasos en ovejas a lo largo del ciclo productivo. Dichos autores determinaron que el tejido graso subcutáneo es el depósito que presenta mayores variaciones en los períodos de acumulo y movilización de las reservas para esta raza y por lo tanto, su espesor es un buen indicador de la intensidad de estos procesos, correlacionándose además de forma significativa con la grasa corporal total.

Cabe mencionar que el método de escala de condición corporal elaborado por Russel et al (1969) fue desarrollado para ovinos de carne y lana. No obstante es importante reconocer las limitaciones que tiene este método:

- Es subjetivo, por lo que la persona encargada de la medición requiere de un entrenamiento.
- No detecta variaciones rápidas del estado nutricional del animal.
- Requiere de variaciones importantes en las reservas para que se puedan apreciar diferencias en la CC.

Este método consiste en asignar una calificación al animal evaluado con respecto a la cubierta de grasa de su región lumbar. Se elige la región lumbar por ser la última parte que se desarrolla en el crecimiento de los ovinos (Russel et al., 1969).

El interés de aplicación de este método es medir la CC del rebaño y no la de un animal individual, su utilidad es mayor en el rebaño reproductor, donde debido a la variabilidad de las reservas de grasa, el peso vivo no refleja el estado nutricional de las ovejas. La escala utilizada para la clasificación de la condición corporal en ovinos es de 1 a 5 (1= emaciada, 5=obesa), la técnica para aplicar esta escala consiste en hacer presión con las manos sobre las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y determinar la profundidad del músculo *Longissimus dorsi*, sin embargo esta medición parece ser poco endeble debido a que es subjetiva; actualmente el uso de equipos más sofisticados como el ultrasonido permite ser más preciso en la medición, aunque se requiere de una persona especializada en el manejo del equipo, así como del conocimiento acerca de las áreas y promedios de las mediciones (Schröder y Staufenbiel, 2006).

La CC es el método más práctico para evaluar y controlar los mecanismos de movilización de las reservas energéticas corporales (Chay-Canul et al., 2011; Kenyon et al., 2014).

3.1.2 Uso de ultrasonido para determinar la composición corporal

El procedimiento para el uso de ultrasonido implica la aplicación de aceite mineral a la zona del cuerpo que va a medirse, seguido por la colocación de un sensor o transductor sobre la zona elegida. El principio básico de la ecografía es medir un eco rebotando de tejidos blandos. La imagen que transmiten las ondas de ultrasonido a través del transductor se proyecta sobre la pantalla de la unidad de ultrasonido y las mediciones apropiadas se pueden realizar (Stouffer, 2004). Hay varios dispositivos con diferentes tipos de monitoreo que le permiten ver la información derivada de los ecos de ultrasonido (Stouffer, 2004), la técnica de ultrasonido en tiempo real (UTR) es la más usada para estimar composición corporal en ovinos en crecimiento (Ripoll *et al* 2010, Silva *et al* 2007., Silva *et al* 2005). Los dispositivos UTR operan en blanco y negro, lo que permite destacar las interfaces más importantes, tales como los formados por grasa, músculo y hueso. Con el avance de la tecnología, comenzó a ser posible monitorizar los ecos más débiles que permitían la observación y cuantificación de la grasa intermuscular (Stouffer, 2004).

La técnica de ultrasonido para predecir la composición de la canal de ganado ovino actualmente el ultrasonido en tiempo real se mantienen, el costo / beneficio de la gran conveniencia experimental y científica en la ganadería moderna. Por otra parte, ya que es un equipo fácilmente transportable y desmontable que se aplica al trabajo en serie, en diferentes condiciones, desde la exploración hasta las líneas de campo y área de sacrificio

en rastros, permite que sea de gran versatilidad e incluso con un alto potencial en la cría de animales. Por último, los resultados de varios estudios presentados indican que las medidas de ultrasonido asociados en la regresión múltiple, el peso corporal aumenta la precisión de las estimaciones de composición de la canal en ovinos (Silva *et al* 2005). Silva *et al* (2005) sugieren que el peso vivo en combinación con el espesor de la grasa subcutánea estimada a través de ultrasonido permiten una predicción precisa de la composición química de la canal en ovinos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación, Animales, manejo y alimentación

El estudio se llevó a cabo en el rancho “El Rodeo”, localizado a 17° 84' N, 92° 81 O y 10 msnm a 14 km del entronque de la carretera Villahermosa-Jalapa, Tabasco, México (CONAGUA, 2016). Se utilizaron los datos de 80 ovejas de pelo de 2-3 años de edad, clínicamente sanas, multíparas con peso vivo (PV) de 45.59 ± 6.80 kg y condición corporal (CC) de 2.2 ± 0.7 . La condición corporal fue evaluada por dos técnicos utilizando la técnica descrita por Russel *et al* (1969).

Se seleccionaron animales con diferente condición corporal (CC) en la escala de 1 a 5, donde 1 es muy delgada y 5 es obesa (Russel *et al.*, 1969). Las ovejas estaban en confinamiento, agrupadas en jaulas, en un edificio techado con piso de concreto y sin paredes. La dieta que recibían consistió de 66% de forraje y 34% concentrado, con un estimado de energía metabolizable de 12 MJ/kg MS y 10% CP (AFRC, 1993). Los ingredientes de la dieta fueron granos de cereales (maíz o sorgo), la harina de soya, heno de pastos tropicales, vitaminas y minerales.

4.2 Espesor de la grasa subcutánea (EGS) y área del musculo L. dorsi (AMLD)

Las mediciones por ultrasonido (MUS) se determinaron mediante un equipo de ultrasonido en tiempo real Aloka 500, modo B con una sonda lineal de 5 MHz. Para esto, las ovejas fueron rasuradas previamente entre la 12ª y 13ª vértebras torácicas y la tercera y cuarta

vértebra lumbar de acuerdo a lo descrito por Aguilar-Hernández et al. (2016) y Chay-Canul et al. (2016). Las MUS incluyeron, el espesor de grasa (EGS) y el área (LDA) del músculo *Longissimus dorsi* en la región torácica (EGST, ALDT) y de la región lumbar (EGSL, ALDL). Las ovejas fueron inmovilizadas 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 (Aguilar-Hernández et al. 2016; Chay-Canul et al. 2016). Todas las mediciones se tomaron en el lado izquierdo de las ovejas. Después de capturar la imagen de la exploración el área del músculo (ALDT y ALDL) y el espesor de grasa (EGST y EGSL) en ambas regiones fueron medidos utilizando las opciones de medición digital del equipo, como lo describen por Aguilar-Hernández et al. (2016) y Chay-Canul et al. (2016).

4.3 Análisis de los datos

Se realizó un análisis de estadística descriptiva utilizando el PROC MEANS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2004). Las correlaciones de Pearson entre la CC y las MUS fueron evaluadas utilizando el PROC CORR del SAS. Las relaciones entre la CC y las USM se estimaron por medio de modelos de regresión utilizando el PROC REG del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2004). La opción STEPWISE fue usada en la sentencia SELECTION para las variables significativas ($P < 0.05$) que se incluyeron en los modelos. Los modelos se eligieron teniendo como criterio el mayor coeficiente de determinación (r^2) y el menor cuadrado medio del error (CME).

5. RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos para la CC, EGS torácica, EGS lumbar, ALD torácica y ALD lumbar de ovejas Pelibuey se presentan en la Tabla 1. La CCS varió de 1 a 5. El EGS torácica y lumbar medido por ultrasonido en ovejas Pelibuey varió de 0 a 5.50 mm y el ALD varió de 2.96 a 13.00 cm².

Tabla 1. Valores promedio $\pm$ Desviación estándar, mínimos, máximos y coeficiente de variación (CV) de la CC y MUS en ovejas Pelibuey (n = 80).

Variable	Descripción	Media $\pm$ DE	Máximo	Mínimo	CV
CC	Condición Corporal	3.07 $\pm$ 1.25	5.00	1.00	40.33
EGS	Espesor de la grasa subcutánea				
EGST	EGS torácica (mm)	1.25 $\pm$ 0.83	3.40	0.0	66.40
EGSL	EGS lumbar (mm)	1.32 $\pm$ 0.95	5.50	0.0	71.97
ALD	Área del <i>L. dorsi</i>				
ALDT	ALD Torácica(cm ²)	6.86 $\pm$ 2.05	12.95	2.96	29.88
ALDL	ALD Lumbar (cm ²)	6.56 $\pm$ 2.01	3.30	13.00	30.64

Los coeficientes de correlación (r) entre la CC, EGS torácica, EGS lumbar, ALD torácica y ALD lumbar se muestran en la Tabla 2. La CC se correlacionó positivamente ($P < 0.0001$) con EGS ($0.45 \leq r \leq 0.60$) y ALD ($0.65 \leq r \leq 0.67$). Estas correlaciones fueron clasificadas como moderados. Asimismo, el EGS y LDA en las regiones torácicas y lumbares tenían correlación positiva ($P < 0.0001$; $0.44 \leq r \leq 0.85$), destacando la correlación entre ALD lumbar y ALD torácica como alta ($r = 0.85$).

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre la CC, EGS torácica, EGS lumbar, ALD torácica y ALD lumbar en ovejas Pelibuey.

Variable	CC	EGST	ALDT	EGSL
EGST	0.45***			
ALDT	0.65***	0.44***		
EGSL	0.60***	0.71***	0.56***	
ALDL	0.67***	0.46***	0.85***	0.58***

***P<0.0001; **P<0.001; *P<0.05; ns: no significativo; CC: condición corporal; EGST: EGS torácica; EGSL: EGS lumbar; ALDT: ALD Torácica; ALDL: ALD Lumbar.

Las ecuaciones de regresión (Cuadro 3) entre la CC y las MUS en ovejas Pelibuey fueron significativas ($P<0.0001$), y tuvieron un coeficiente de determinación (r^2) que vario de 0.21 a 0.36 ($DER = 1.0$ y 0.87 respectivamente) cuando el EGS fue utilizado como variable productora (ecuaciones 1 y 4), mientras que cuando se usó el ALD (ecuaciones 2 y 5) el r^2 vario de 0.43 a 0.46 ($DER = 0.95$ y 0.92 , respectivamente). Sin embargo, en las ecuaciones que incluyeron al ALD los interceptos no fueron significativa ($P>0.05$), por lo tanto, se fijaron ecuaciones lineales a través del origen (ecuaciones 3 y 6). En la selección de los mejores modelos para predecir CC utilizando las MUS, el uso EGS y ALD lumbar como variables independientes en una regresión múltiple, mejoró la predicción (ecuación 7). No obstante, debido a que el intercepto no fueron significativo ($P>0.05$), fijamos una regresión lineal a través del origen (ecuación 8).

Tabla3. Ecuaciones de regresión entre la CC y MUS en ovejas Pelibuey (n=80)

<i>Eq.^c</i>	<i>a</i> ±EE	EGST±EE	ALDT±EE	EGSL±EE	ALDL±EE	<i>r</i> ²	CME	DER	<i>Valor de P</i>
1	2.20±0.22***	0.69±0.15***				0.21	1.24	1.11	<.0001
2	0.34±0.37 ^{ns}		0.39±0.05***			0.43	0.90	0.95	<.0001
3			0.44±0.01***			0.92	0.90	0.95	<.0001
4	2.03±0.19***			0.78±0.11**		0.36	1.00	1.00	<.0001
5	0.12±0.37 ^{ns}				0.45±0.05***	0.46	0.85	0.92	<.0001
6					0.47±0.01***	0.92	0.84	0.91	<.0001
7	0.37±0.36 ^{ns}			0.41±0.12**	0.33±0.06**	0.53	0.75	0.87	<.0001
8				0.38±0.12**	0.39±0.02***	0.93	0.76	0.87	<.0001

*r*²: Coeficiente de determinación; CME: Cuadrado Medio del Error; DER:Desviación estándar residual; EE: Error Estándar;

^c Numero de ecuación

ns: no significativo; *P<0.05;**P<0.001;***P<0.0001

CC: Condición Corporal; EGST: EGS torácica; EGSL: EGS lumbar; ALDT: ALD Torácica; ALDL: ALD Lumbar

6 DISCUSIÓN

La relación entre el EGS en la cadera, el área del musculo y la CC se ha reportado recientemente en vacas lecheras, vacas para carne, burros y caballos (Gentry et al., 2004; Schröder y Staufenbiel, 2006; Ayres et al., 2009; Quaresma et al., 2013; Hussein et al., 2013; Silva et al., 2016).

En vacas cebú no gestantes, Correa-Orozco et al. (2013) encontraron que la CC fue aceptable para predecir el EGS en la cadera ($r^2 = 0.69$; $P < 0.01$). Asimismo, la CC se correlacionó ($r = 0.77$; $P < 0.01$) con esta. En el estudio se llegó a la conclusión de que la CC puede utilizarse para predecir la EGS en la cadera en vacas cebú no gestantes. También en ganado Cebú, Ayres et al. (2009) encontraron una alta correlación entre la CC y EGS en la cadera ($r = 0.82$ a 0.93). Zulu et al. (2001) en vacas Holstein-Friesian, indicaron que la CC se correlacionó positivamente con medidas de ultrasonido de grasa subcutánea, los valores de r variaron de 0.62 a 0.72 . Además, Ayres et al. (2009) informaron que la CC fue capaz de predecir la EGS en la cadera en vacas Nelore; asimismo, hallaron que la CC presenta una buena relación ($r^2 = 0.73$ a 0.92) con el EGS en la cadera.

También, Hussein et al. (2013) informaron de una alta correlación ($r = 0.96$ a 0.98) y relación ($r^2 = 0.92$ a 0.96) entre la CC y el EGS. De igual forma, Singh et al. (2015) informaron de que el coeficiente de correlación entre la CC y el EGS varió de 0.75 a 0.84 en vacas Holstein en diferentes fases de la lactancia. Además, Broring et al. (2003) encontraron que el 54% de la variabilidad en el EGS medido por ultrasonografía, fue explicado por la CC en vacas de carne; estos autores concluyeron que, a pesar de las

puntuaciones subjetivas pueden ser suficientes para tomar decisiones de gestión; las mediciones por ultrasonido serían más útiles, especialmente para experimentos con diferentes condiciones del cuerpo de vacas de carne.

Recientemente, en caballos y burros, Silva et al. (2016) informaron que la relación entre la CC y el EGS mas el grosor de la piel, fueron explicadas por una regresión polinómica ($r^2=0.77$ y 0.92 para caballos y burros, respectivamente). Asimismo, Quaresma et al. (2013) en burras encontraron que la relación lineal entre EGS y la CC tuvo un r^2 de 0.52 .

En ovejas Pelibuey, previamente, Chay-Canul et al. (2016) encontraron una relación entre el EGS y CC que tuvo un r^2 que osciló de 0.38 y 0.43 , los valores de r^2 obtenido por estos autores, están en acuerdos con los obtenidos en el presente estudio. Por otro lado, Sanson et al. (1993) informaron un valor r^2 entre 0.69 y 0.82 para la relación de la CC, EGS y ALD, respectivamente; estos valores de r^2 son superiores a los obtenidos en el estudio actual. Además, Chay-Canul et al. (2016) informaron de que en ovejas Pelibuey un cambio en la CC representa en promedio un incremento de 0.5 mm de EGS, no obstante, en el presente estudio hemos encontrado que esta relación era de aproximadamente 0.74 mm; y para ALD el incremento fue de 0.44 y 0.47 cm² para el ALD torácica y lumbar respectivamente. Otros autores han informado distintas relaciones; Sanson et al. (1993) en ovejas WesternRange, informaron de que un cambio en la CC fue equivalente a un aumento de 1.10 mm en EGS y en cada incremento en la CC se aumentaría en el ALD alrededor de 1.2 cm². Asimismo, Ptáček et al. (2014b) indicaron que en Ovinos Suffolk el aumento promedio en el EGS fue de 1.66 mm por cada cambio en la CC. Los resultados sobre el incremento de EGS por cada

cambio en la CC reportados por Sanson et al (1993) y Ptáček et al. (2014b) son superiores a la encontrada en el presente estudio.

Por otra parte, se ha indicado que el EGS puede relacionarse con la productividad de las ovejas (Abdel-Mageed y El-Maaty, 2012; Ptáček et al. 2014a). Recientemente, Keinprecht et al. (2016) informó de que la calificación de condición corporal puede ser utilizada como un método alternativo para medir EGS por ultrasonido, también concluyó que la EGS en la cadera determinado por ultrasonido y la CC en la región lumbar mostraron una buena repetitividad en el ganado ovino. También, Jaurena et al. (2005) encontró que por cada cambio en la CC se obtuvo un incremento de 5.8 mm en la profundidad del LD; y entre 0.4 y 2.0 mm de EGS. Sin embargo, debido a la falta de estudios que evalúan la relación entre el la CC y MUS en ovinos, fue difícil hacer más comparaciones.

7 CONCLUSIÓN

La condición corporal y el espesor de la grasa subcutánea medida por ultrasonido, mostraron una pobre correlación; mientras que el área del musculo demostró ser un buen predictor de la CC en ovejas Pelibuey. Además, EGS y el ALD en la región lumbar pueden utilizarse conjuntamente para predecir la CC en ovejas Pelibuey multiparas, no gestantes y no lactantes.

8. LITERATURA CITADA

Abdel-Mageed, I.I., El-Maaty, A.A., 2012. The effect of backfat thickness at mating on the reproductive and productive performances of ewes. Small Rumin Res.105, 148-153.

- AFRC., 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. Agricultural and Food Research Council. CAB International, Wallingford, UK, 159 pp.
- Aguilar-Hernández E, Chay-Canul AJ, Gómez-Vázquez A, Magaña-Monforte JG, Ríos FG, Cruz-Hernández A (2016) Relationship of ultrasound measurements and carcass traits in Pelibuey ewes. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 26: 325-330
- Alic-Ural, D., 2016. The use of new practices for assessment of body condition score. *Rev. MVZ Córdoba*. 21, 5154-5162.
- Atto M. A.J. (2007) Importancia de los ovinos tropicales introducidos al país: características productivas y reproductivas. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*. Vol. 15 (Supl. 1) 310-31
- Ayres H, Ferreira RM, Torres-Júnior JRS, Demetrio CGB, de Lima CG, Baruselli PS (2009) Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bos indicus*) cows. *Livestock Science* 123: 175-179.
- Azzaro G, Caccamo M, Ferguson JD, Battiato S, Farinella GM, Guarnera GC, Puglisi G, Petriglieri R, Licitra G (2011) Objective estimation of body condition score by modeling cow body shape from digital images. *Journal of Dairy Science* 94: 2126–2137.
- Broring N, Wilton JW, Colucci PE (2003) Body condition score and its relationship to ultrasound back fat measurements in beef cows. *Canadian Journal of Animal Science* 83: 593-596.
- Chay-Canul AJ, Ayala-Burgos AJ, Kú-Vera JC, Magaña-Monforte JG, Tedeschi LO (2011) The effects of metabolizable energy intake on body fat depots of adult Pelibuey ewes fed roughage diets under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production* 43: 929-936.

- Chay-Canul AJ, Garcia-Herrera RA, Meza-Villalvazo VM, Gomez-Vazquez A, Cruz-Hernandez A, Magaña-Monforte JG, Ku-Vera JC (2016) Body fat reserves and their relationship to ultrasound back fat measurements in Pelibuey ewes. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3: 407-413.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA). 2016. <http://www.conagua.gob.mx/>
- Correa-Orozco A, Pulgarín-Velásquez EF, Henry Mesa H, Uribe-Velásquez LF (2013) Relación entre condición corporal y espesor de grasa de cadera en vacas cebú en diferentes estados reproductivos. *Revista Científica*, 23 (1): 42-47.
- Gentry, L.R., Thompson, D., Gentry Jr., G.T., Del Vecchio, R.P., Davis, K.A., Del Vecchio, P.M., 2004. The relationship between body condition score and ultrasonic fat measurements in mares of high versus low body condition. *J. Equine Vet. Sci.* 24, 198–203.
- Halachmi I, M. Klopčič, P. Polak, D.J. Roberts, J.M. Bewley (2013) Automatic assessment of dairy cattle body condition score using thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 99: 35-40.
- Hussein HA., Westphal A, Staufenbiel R. (2013). Relationship between body condition score and ultrasound measurement of backfat thickness in multiparous Holstein dairy cows at different production phases. *Australian Veterinary Journal* 91: 185-189.
- Jaurena, G., Moorby, J. M., Fisher, W. J., Cantet, R., 2005. Association of body weight, loin longissimusdorsi and backfat with body condition score in dry and lactating Holstein dairy cows. *Anim. Sci.* 80, 219-223.
- Jefferies BC (1961) Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture* 32: 19–21.

- Keinprecht, H., Pichler, M., Pothmann, H., Huber, J., Iwersen, M., Drillich, M., 2016. Short term repeatability of body fat thickness measurement and body condition scoring in sheep as assessed by a relatively small number of assessors. *Small Rumin. Res.* 139, 30-38.
- Kenyon, PR, Maloney, SK, Blache, D (2014) Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 57: 38-64.
- Mendizabal JA, Delfa R, Arana A, Purroy A (2011) Body condition score and fat mobilization as management tools for goats on native pastures. *Small Ruminant Research* 98: 121-127.
- Ptáček, M., Ducháček, J., Stádník, L., Beran, J., 2014a. Mutual relationships among body condition score, live weight, and back tissue development in meat sheep. *Acta Vet. Brno.* 83, 341-346.
- Ptáček, M., Ducháček, J., Stádník, L., Beran, J., Stole, L., 2014b Effects of ewes' live weight and backfat thickness at mating on fertility and production performance in Suffolk sheep and their crosses. *Bulg. J. Agric. Sci.* 20, 1261-1267.
- Quaresma M, Payan-Carreira R, Silva SR (2013) Relationship between ultrasound measurements of body fat reserves and body condition score in female donkeys. *The Veterinary Journal* 197: 329-334.
- Ripoll, G., M. Joya and A. Sanz (2010). Estimation of carcass composition by ultrasound measurements in 4 anatomical locations of 3 commercial categories of lamb. *Journal of Animal Science* 88 (10):3409-3418.
- RusselAJF, Doney JM, Gunn RG (1969) Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science* 72: 451-454.

- Sanson, D.W., West, T.R., Tatman, W.R., Riley, M.L., Judkins, B.M., Moss, G.E., 1993. Relationship of body composition of mature ewes with condition score and body weight. *J. Anim. Sci.* 71, 1112-1116.
- SAS (2004) *Statistical Analysis System, Users*. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Schröder UJ, Staufenbiel R (2006) Invited Review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science* 89: 1-14.
- SIAP, SAGARPA. (2014). Resumen de la producción nacional y precios de carne y leche. Disponible <http://www.siap.gob.mx>.
- Silva SR, Afonso J, Guedes CM, Gomes MJ, Santos VA, Azevedo JMT, Dias-da-Silva A (2016) Ewe whole body composition predicted in vivo by real-time ultrasonography and image analysis. *Small Ruminant Research* 136: 173-178.
- Silva SR, Afonso JJ, Santos VA, Monteiro A, Guedes CM, Azevedo JMT, Dias-da-Silva A (2006) *In vivo* estimation of sheep carcass composition using real-time ultrasound with two probes of 5 and 7.5 MHz and image analysis. *Journal of Animal Science* 84: 3433-3439.
- Silva SR, Gomes MJ, Dias-da-Silva A, Gil LF, Azevedo JMT (2005) Estimation in vivo of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. *Journal of Animal Science* 83: 350-357.
- Silva, S.R., Payan-Carreira, R., Quaresma, M., Guedes, C.M., Santos, A.S., 2016. Relationships between body condition score and ultrasound skin-associated subcutaneous fat depth in equids. *Acta Vet Scand* 58: 62-67.

Singh, R., Randhawa, S.N.S., Randhawa, C.S., 2015. Body condition score and its correlation with ultrasonographic back fat thickness in transition crossbred cows. Vet. World. 8, 290-294.

Stouffer, J R. (2004). History of ultrasound in animal science. J. Ultrasound Med. 23:577-584.

Tolkamp BJ. (2010) Efficiency of energy utilization and voluntary feed intake in ruminants. Animal 4:1084-1092.

Zulu, V.C.; Nakao, T.; Moriyoshi, M.; Nakada, K.; Tanaka, YSY; Zhang, WC. (2001) Relationship between body condition score ultrasonographic measurement of subcutaneous fat in dairy cows. Asian-Australasian Journal of Animal Science 14(6):816-820.

Relación entre la condición corporal, grasa subcutanea y el área del musculo medidos por ultrasonido en ovejas pelibuey

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	www.scielo.org.mx Internet	55 palabras — 2%
2	repositorio.unicach.mx Internet	50 palabras — 2%
3	cybertesis.uach.cl Internet	32 palabras — 1%
4	docplayer.es Internet	28 palabras — 1%
5	dspace.unitru.edu.pe Internet	28 palabras — 1%
6	www.researchgate.net Internet	27 palabras — 1%

EXCLUIR CITAS ACTIVADO
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES DESACTIVADO
EXCLUIR COINCIDENCIAS < 20 PALABRAS