



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DE LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE
GRASA EN OVEJAS DE PELO**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

GERARDO JIMÉNEZ SANTIAGO

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL

EN CODIRECCIÓN DE:

DRA. EUFRACIA DEL ROSARIO SALAZAR CUYTUN

VILLAHERMOSA, TABASCO, SEPTIEMBRE DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 27 del mes de agosto del año 2024, el que suscribe GERARDO JIMÉNEZ SANTIAGO alumna(o) del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia con número de matrícula 182C24164, adscrito a la División Académica de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor(a) (es) de la Tesis presentada para la obtención del título de MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA y titulada CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DE LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN OVEJAS DE PELO dirigida por el DR. ALFONSO J. CHAY CANUL .

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita. Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 27 de agosto 2024.



GERARDO JIMÉNEZ SANTIAGO

Nombre y Firma



UJAT
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.

Fecha: 30 de agosto de 2024.

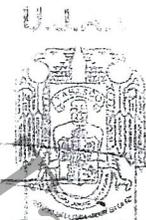
LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (la) **C. Gerardo Jiménez Santiago** con matrícula **182C24164**, 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: **“CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DE LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN OVEJAS DE PELO”**.

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

ATENTAMENTE

M.V.Z. JORGE ALFREDO THOMAS TELLEZ
DIRECTOR



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS

C.c.p.- Expediente Alumno.
Archivo

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Villahermosa, Tabasco a **27 de agosto de 2024.**

Por medio de la presente manifestamos haber colaborado como AUTOR(A) y/o AUTORES(RAS) en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DE LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN OVEJAS DE PELO**. Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES



Director

Testigo



Alumno



Codirector

Testigo

Principios bioéticos

En este estudio, los animales fueron manejados de acuerdo a los lineamientos y reglamentos para la experimentación animal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (Folio UJAT-CIEI-2023-084).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

| Alojamiento de La Tesis en el Repositorio Institucional. | |
|---|--|
| Título de Tesis: | “CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DE LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN OVEJAS DE PELO” |
| Autor (a) o autores (ras) de la Tesis: | Gerardo Jiménez Santiago |
| ORCID: | https://orcid.org/0009-0001-4881-4199 |
| Resumen de la Tesis: | <p>Se investigó el crecimiento alométrico de los depósitos de grasa corporal en ovejas. Se obtuvieron datos de 58 ovejas adultas. El peso vivo (PV) fue de $38,13 \pm 7,15$ kg. Tras 24 horas de ayuno, las ovejas fueron sacrificadas. En el momento del sacrificio, se extrajo la grasa interna (GI) y se pesó como mesentérica (GM), omental (GO) o pélvica y renal (GP). Las canales se pesaron y se refrigeraron a 1°C durante 24 h. A continuación, se dividieron por la línea media dorsal y la mitad izquierda se diseccionó en grasa subcutánea e intermuscular (grasa de la canal, GC), músculo y hueso, y cada componente se pesó por separado. La grasa corporal total (GCT) se calculó sumando el peso de la GI y la GC y se ajustó al peso total de la canal. El PV vacío (PVV) se calculó como la diferencia entre el PV menos el peso del contenido del tracto gastrointestinal. Para evaluar el crecimiento diferencial de los depósitos de grasa corporal en relación con el PV, el PVV y la GCT, se desarrollaron ecuaciones alométricas ($Y = aX^b$). Se realizó un análisis de regresión de los pesos logarítmicos de los depósitos de grasa en relación con el PV, el PVV y GCT. Las pendientes de regresión de la GI fueron mayores que las de la GC en relación con la TBF (1.02 y 0.98) y el EBW (3.03 y 3.07). Sin embargo, la GC presentó mayores pendientes en relación con el PV. La GP presentó la pendiente más pronunciadas en relación con la GM y GO. Los depósitos internos se ven favorecidos por la mayor pendiente de GI en comparación con GC en relación con GCT y PVV. Del mismo modo, las elevadas pendientes del depósito de GP sugieren una mayor capacidad para acumular y movilizar grasa.</p> |
| Palabras claves de la Tesis: | Canal, Ovinos de pelo, corderas |
| Referencias citadas: | <p>Aguilar-Martínez, C. U., Berruecos-Villalobos, J. M., Espinoza-Gutiérrez, B., Segura-Correa, J. C., Valencia-Méndez, J., & Roldán-Roldán, A. (2017). Origen, historia y situación actual de la oveja pelibuey en México. <i>Tropical and subtropical agroecosystems</i>, 20(3), 429-439.</p> <p>Arana, A., Mendizabal, J. A., Delfa, R., Eguinoa, P., Soret, B., Alzon, M., & Purroy, A. (2005). Lipogenic activity in Rasa Aragonesa ewes of different body condition score. <i>Canadian journal of animal science</i>, 85(1), 101-105.</p> <p>Blanc, F., Bocquier, F., Agabriel, J., D'hour, P., & Chilliard, Y. (2006). Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. <i>Animal Research</i>, 55(6), 489-510.</p> <p>Caldeira, R. M., & Portugal, A. V. (2007). Relationships of body composition and fat partition with body condition score in Serra da Estrela ewes. <i>Asian-australasian journal of animal sciences</i>, 20(7), 1108-1114.</p> |

CONTENIDO

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| DEDICATORIA | ix |
| AGRADECIMIENTOS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT..... | 12 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 13 |
| 2. Antecedentes..... | 15 |
| 3. Justificación | 16 |
| 4. Pregunta de investigación..... | 17 |
| 5. Hipótesis | 18 |
| 6. OBJETIVOS..... | 19 |
| 7. Objetivos específicos | 19 |
| 8. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 20 |
| 8.1 Análisis estadístico..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 9. RESULTADOS..... | 22 |
| 10. DISCUSIÓN | 25 |
| 11. CONCLUSIONES | 28 |
| 12. LITERATURA CITADA..... | 29 |

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Valores descriptivos de la partición de la grasa corporal en ovejas de pelo (kg/animal). 19
- Cuadro 2.** Coeficientes de correlación de PV, PVV y TCG con los depósitos de grasa corporal (kg/animal) en ovejas de pelo (n=58). 20
- Cuadro 3.** Ecuaciones alométricas de crecimiento ($\text{Log}_{10}Y = \text{Log}_{10}a + b\text{Log}_{10}X$) que describen la relación entre los depósitos de grasa corporal (Y) y el PV, PVV o TGC (X) en ovejas de pelo (n=58). 21

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

AGRADECIMIENTOS

En profundo agradecimiento a mis queridos padres, quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado la cultura del trabajo y estudio. Su dedicación y esfuerzo constante para asegurarme una educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es el testimonio de su sacrificio y amor, y un recordatorio constante de la importancia del trabajo duro y la educación en nuestras vidas.

Quiero expresar mi profunda gratitud a Dios, el Ser supremo que ha hecho posible la culminación de esta tesis. Su amor y guía incondicionales han sido mi fuerza en los momentos más difíciles del proceso académico.

Agradezco también a mi familia por su constante apoyo y motivación para que nunca dejara de luchar por mis metas y sueños. Su confianza en mí y sus palabras de aliento me impulsaron a seguir adelante en los momentos de incertidumbre.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Alfonso Juventino Chay, por su invaluable orientación, paciencia y conocimiento. Su apoyo constante y consejos expertos fueron cruciales en cada etapa de esta investigación.

Finalmente, quiero reconocer a todos aquellos que en algún momento de mi vida me motivaron a ser cada día mejor en lo personal y académico. Gracias por inspirarme a superar mis propios límites, a ser perseverante, disciplinado y responsable.

RESUMEN

Se investigó el crecimiento alométrico de los depósitos de grasa corporal en ovejas. Se obtuvieron datos de 58 ovejas adultas. El peso vivo (PV) fue de $38,13 \pm 7,15$ kg. Tras 24 horas de ayuno, las ovejas fueron sacrificadas. En el momento del sacrificio, se extrajo la grasa interna (GI) y se pesó como mesentérica (GM), omental (GO) o pélvica y renal (GP). Las canales se pesaron y se refrigeraron a 1°C durante 24 h. A continuación, se dividieron por la línea media dorsal y la mitad izquierda se diseccionó en grasa subcutánea e intermuscular (grasa de la canal, GC), músculo y hueso, y cada componente se pesó por separado. La grasa corporal total (GCT) se calculó sumando el peso de la GI y la GC y se ajustó al peso total de la canal. El PV vacío (PVV) se calculó como la diferencia entre el PV menos el peso del contenido del tracto gastrointestinal. Para evaluar el crecimiento diferencial de los depósitos de grasa corporal en relación con el PV, el PVV y la GCT, se desarrollaron ecuaciones alométricas ($Y = aX^b$). Se realizó un análisis de regresión de los pesos logarítmicos de los depósitos de grasa en relación con el PV, el PVV y GCT. Las pendientes de regresión de la GI fueron mayores que las de la GC en relación con la TBF (1.02 y 0.98) y el EBW (3.03 y 3.07). Sin embargo, la GC presentó mayores pendientes en relación con el PV. La GP presentó la pendiente más pronunciadas en relación con la GM y GO. Los depósitos internos se ven favorecidos por la mayor pendiente de GI en comparación con GC en relación con GCT y PVV. Del mismo modo, las elevadas pendientes del depósito de GP sugieren una mayor capacidad para acumular y movilizar grasa.

Palabras claves: Canal, Ovinos de pelo, corderas

ABSTRACT

The allometric growth of body fat deposits in ewes were investigated. Data were obtained from 58 adult ewes. The mean body weight (BW) was 38.13 ± 7.15 kg. After a 24 h fast, the ewes were slaughtered. On slaughtering, the internal fat (IF) was removed and weighed as mesenteric (MF), omental (OF) or pelvic and kidney (PF) fat. Carcasses were weighed and chilled at 1°C for 24 h. Carcasses were then split at the dorsal midline and the left half was dissected into subcutaneous and intermuscular fat (carcass fat, CF), muscle and bone and each component weighed separately. The total body fat (TBF) was calculated by adding the weight of the IF and the CF and adjusted to the total weight of the carcass. The empty BW was calculated as the difference between the carcass weight minus the weight of the gastro-intestinal tract contents. To evaluate the differential growth of body fat depots in relation to BW, EBW and TBF, allometric equations ($Y = aX^b$) were developed. Regression analysis was performed on the log weights of fat depots and BW, EBW and TBF. Relative to TBF (1.02 vs 0.98), EBW (3.03 vs 3.07) the regression slopes were higher for IF compared to CF. However, CF had higher slopes relative to BW. PF was most steeply sloped relative to MF and OF. Internal deposits are favoured by the higher slope of IF compared to CF in relation to TBF and EBW. Similarly, a greater capacity to accumulate and mobilise fat is suggested by the high slopes in the PF depot.

Keywords: Carcass, Hair sheep, Lambs

1. INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales de México ocupan alrededor del 28% del territorio nacional, y los sistemas de producción ovina en esas zonas contribuyen con el 25% de la producción nacional de carne ovina. Esta carne proviene de las razas ovinas de pelo, las cuales son características de los sistemas de producción tropicales (Magaña-Monforte *et al.*, 2013; Ruiz-Ramos *et al.*, 2016).

Por otra parte, la acumulación de energía en forma de grasa en los principales depósitos corporales durante la época de alta disponibilidad de forraje y la posterior utilización de dichas reservas cuando el alimento escasea (estación seca) es una estrategia que utilizan los rumiantes para hacer frente a las fluctuaciones en el suministro de alimento y con esto cubrir sus necesidades energéticas a lo largo del año o en estados fisiológicos de alta demanda energética (Chilliard *et al.*, 2000; Mendizabal *et al.*, 2003, Blanc *et al.*, 2006).

La raza, el sexo, el nivel de nutrición y el estado fisiológico son factores que determina en gran medida la cantidad y distribución de los depósitos de grasa corporal en los animales de granja (Ermias *et al.* 2002; Lambe *et al.* 2006; Mendizabal *et al.* 2007). Las razas seleccionadas para la prolificidad y producción de leche acumulan una alta proporción de grasa total en los depósitos de grasa interna. Mientras que las razas cárnicas, acumulan una mayor proporción de grasa en la canal (Caldeira y Portugal, 2007; Chay-Canul *et al.*, 2011).

La alometría se refiere a los cambios en las dimensiones relativas de los elementos corporales que se correlacionan con cambios en el tamaño total. Huxley (1932) la utilizó para describir el crecimiento diferencial de los segmentos corporales durante el desarrollo. La alometría es un estudio bien conocido, sobre todo en forma de análisis estadístico, que se aplica a la práctica de las tasas diferenciales de crecimiento de las partes del cuerpo de un organismo vivo. (Huxley, 1932; Maeno *et al.*, 2013). Pethick y Dunshea (1996) señalaron que la grasa se deposita

principalmente en depósitos internos (perirrenal, mesentérico y subcutáneo), seguidos de depósitos intermusculares y subcutáneos, y, finalmente, en grasa intramuscular. Chay-Canul et al (2011) reportaron que el patrón de deposición de grasa favorece la deposición interna en las ovejas Pelibuey (raza materna). Además, reportaron que el depósito de grasa pélvica tiene una mayor capacidad para acumularse y movilizarse, comparado con la grasa omental y mesentérica. Arana et al (2005) encontraron que la grasa corporal aumentaba con el incremento de la condición corporal en ovejas de la raza Rasa Aragonesa (raza de carne). Concluyeron que, en esta raza, el depósito subcutáneo tiene mayor capacidad de almacenamiento y movilización de grasa. Caldeira y Portugal (2007) en ovejas Serra de Estrela (raza lechera), reportaron que patrón para la deposición de grasa sigue el siguiente orden: intermuscular, mesentérica, subcutánea y pélvica. La interacción dinámica entre el almacenamiento y la movilización de la grasa, dependiendo del estado fisiológico podría tener algunas implicaciones para el desarrollo de estrategias prácticas para el manejo de la alimentación de las ovejas de pelo.

El objetivo de este estudio fue determinar el crecimiento alométrico de la grasa corporal (omental, mesentérica, pélvica y de la canal) en ovejas de pelo.

2. Antecedentes

En los sistemas de producción ovina en el trópico de México, los principales genotipos ovinos explotados son las razas de pelo: Pelibuey, Blackbelly, Katahdin, Dorper y sus cruces; debido a su buen nivel de adaptación a las condiciones de calor y humedad (Ruiz-Ramos *et al.*, 2016). La raza Pelibuey se encuentra ampliamente distribuida por todo el país (Aguilar-Martínez *et al.*, 2017) y, por lo tanto, representan un buen material genético para la producción de carne. Sin embargo, existen factores ambientales, nutricionales y de manejo que pueden afectar sus reservas energéticas, y la composición corporal de las ovejas; alterando sus parámetros productivos y reproductivos. Aunado a esto, la edad y el sexo de los animales también tiene efecto sobre la cantidad y el lugar donde se sitúa las reservas energéticas (Ruiz-Ramos *et al.*, 2016). Por otro lado, el creciente mercado de carne de cordero requiere de animales jóvenes (150 días de edad), lo que implicaría que las ovejas adultas tengan un papel cada vez más importante en los sistemas de ciclo completo (Ruiz-Ramos *et al.*, 2016).

Por ello es necesario determinar correctamente la composición corporal de los ovinos de pelo considerando factores como la edad, sexo, estado de madurez y estado fisiológico de los animales (Chay-Canul *et al.*, 2011). De ahí la importancia de evaluar las reservas corporales de energía y composición corporal para determinar su dinámica (acumulación-movilización) de acuerdo con el estatus nutricional de los animales.

3. Justificación

La capacidad de las hembras para soportar periodos de alta demanda energética causados por limitaciones ambientales depende de la cantidad y el tamaño de las reservas de grasa (Chilliard et al, 2000; Friggens, 2003; Blanc et al, 2006; Mendizabal et al, 2011). Los ovinos tienen una notable capacidad para acumular grasa, que es mayor en las hembras que en los machos (León-Alvarez et al., 1999; 2006). Diversos autores han sugerido, que la acumulación de reservas de grasa es el resultado de la adaptación a las condiciones medioambientales (climáticas y nutricionales) en las distintas especies de rumiantes (Ermias *et al.*, 2002; Ørskov, 2007; Mirkena *et al.*, 2010; Chay-Canul et al., 2011). Ørskov (2007) y Ermias *et al.* (2002) reportaron que en áreas cálidas la grasa es depositada en diferentes partes del cuerpo de los animales, como son jorobas en el ganado Cebu y camellos, y en algunas razas de ovinos en la cola y la papada. No obstante, en los ovinos de pelo, se conoce poco sobre el patrón de acumulación-movilización de las reservas energéticas corporal. La aplicación de estrategias de manejo de la alimentación en condiciones tropicales podría beneficiarse del conocimiento de la dinámica de almacenamiento y movilización de las reservas energéticas corporales en las ovejas de pelo.

4. Pregunta de investigación

¿Cuál es el patrón de acumulación de las reservas energéticas corporales en ovejas de pelo mantenidas bajo condiciones tropicales?

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

5. Hipótesis

El patrón de acumulación de las reservas energéticas corporales presenta un patrón interno, lo que una gran proporción de la energía consumida por las ovejas de pelo se acumula en la grasa interna.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

6. OBJETIVOS

Determinar el crecimiento alométrico de los depósitos corporales de grasa (grasa omental, grasa mesentérica, grasa pélvica, grasa de la canal) en ovejas de pelo.

7. Objetivos específicos

Determinar el crecimiento alométrico de los depósitos corporales depósitos corporales de grasa (grasa omental, grasa mesentérica, grasa pélvica y grasa de la canal) en ovejas de pelo con relación al peso vivo y peso vivo vacío.

Determinar el crecimiento alométrico de los depósitos corporales de grasa (grasa omental, grasa mesentérica, grasa pélvica y grasa de la canal) en ovejas de pelo con relación al total de grasa corporal.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron datos de 58 ovejas de pelo Pelibuey no preñadas ni lactantes. Los animales tenían de 2 a 3 años de edad y pesaban $38,13 \pm 7,15$ kg. Los animales se obtuvieron de una granja comercial del estado de Tabasco.

Los animales fueron sacrificados después de un ayuno de 24 h de acuerdo a las normas mexicanas vigentes (NOM-008-ZOO-1994, NOM-EM-09-ZOO-1994 y NOM-033-ZOO-1995; NOM-051-ZOO-1995; NOM-033-SAG/ZOO 2014). Estas se basan en las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio, para el trato humanitario de los animales durante su transporte y para el sacrificio humanitario de animales domésticos y silvestres. Antes del sacrificio, se registró el peso vivo (PV) de los animales. Tras el sacrificio, se pesó la canal (PCC) y se refrigeró a 1°C durante 24 horas. A continuación, las canales se volvieron a pesar (PCF) y las mitades izquierdas de las canales se dividieron en cinco cortes comerciales, es decir, pierna, costillas, lomo, brazo y cuello, dividiéndose cada corte en músculo, grasa y hueso, y pesándose cada tejido por separado. Los pesos de los tejidos disecados en la canal izquierda (grasa de la canal, músculo de la canal y hueso de la canal) se ajustaron para obtener el peso total de la canal. Las vísceras (hígado, corazón, riñones y pulmones) se extrajeron y pesaron por separado. La grasa interna se dividió en grasa pélvica (alrededor de los riñones y la región pélvica) y grasa del tracto gastrointestinal (omental y mesentérica). Se tomaron los pesos en vacío y lleno del tracto gastrointestinal (TGI). El PV en el momento del sacrificio menos el contenido del GIT se utilizó para calcular el PV vacío (PVV).

Se realizó un análisis estadístico descriptivo mediante el procedimiento PROC MEANS en SAS (2010). También se estimaron los coeficientes de correlación entre variables mediante el procedimiento PROC CORR SAS (2010).

Adicionalmente, se utilizaron ecuaciones alométricas de crecimiento de Huxley (1932) para evaluar el crecimiento diferencial de los depósitos de grasa corporal en relación con la grasa corporal total (TGC) y el PV y PVV según lo descrito por Chay-Canul *et al.* (2011). Se utilizará la siguiente ecuación alométrica transformada a la función logaritmo para linealizarla.

$$\text{Log}_{10}Y = \text{Log}_{10}a + b\text{Log}_{10}X$$

Donde: Y es el peso de cada depósito de grasa corporal; X es el peso de TGC, PV o PVV; a es el valor de Y cuando X=1; y b es el coeficiente de crecimiento relativo que describe el crecimiento proporcional del depósito de grasa corporal en relación con TGC, PV o PVV (Chay-Canul *et al.*, 2011). En la ecuación alométrica, el valor b representa la tasa de crecimiento relativo de Y y X. Según la ecuación, cuando $b > 1$, el componente (Y) es de crecimiento tardío, cuando $b < 1$, Y es de crecimiento temprano, y cuando $b = 1$, existe isometría, creciendo Y y X al mismo ritmo (. Las relaciones se investigarán mediante modelos de regresión utilizando el PROC REG (SAS, 2010).

9. RESULTADOS

En el Cuadro 1, se pueden apreciar que el PV de las ovejas vario de 29.00 a 59.80 kg. Así mismo, el PVV presentó un rango de 22.01 a 52.39 kg. en cuanto a los depósitos de gras interna vario de 0.44 a 10.28 kg. En cuanto a la GTC se registró un promedio de 6.35 kg, con un rango de 1.10 a 20.90 kg de grasa. Así mismo la GI vario de 0.44 a 10.28 kg. Además, los principales depósitos de grasa interna variaron de 0.09 a 5.40 kg (Cuadro 1).

Concerniente a la relación entre el PV, PVV, GTC y los depósitos de grasa corporal se observó una correlación de moderada a alta, con valores de r que variaron de 0.77 a 0.98 ($P < 0.001$). Todas las regresiones entre el PV, PVV, GTC y los depósitos de grasa corporal fueron significativas (< 0.0001) y tuvieron un r^2 que variaron de 0.52 a 0.96 ($P < 0.0001$).

Tabla 1. Valores descriptivos de la partición de la grasa corporal en ovejas de pelo (kg/animal).

| Variable | Descripción | Media | DE | Mínimo | Máximo |
|----------|---------------------------|-------|------|--------|--------|
| PV | Peso vivo (kg) | 38.13 | 7.15 | 29.00 | 59.80 |
| PVV | PV vacío (kg) | 31.15 | 7.04 | 22.01 | 52.39 |
| GCT | Grasa corporal total (kg) | 6.35 | 4.60 | 1.10 | 20.90 |
| GC | Grasa de la canal (kg) | 2.96 | 2.29 | 0.67 | 10.62 |
| GI | Grasa interna (kg) | 3.38 | 2.38 | 0.44 | 10.28 |
| GO | Grasa omental (kg) | 1.47 | 1.23 | 0.15 | 5.40 |
| GM | Grasa mesentérica (kg) | 0.87 | 0.48 | 0.13 | 2.42 |
| GP | Grasa pélvica (kg) | 0.97 | 0.76 | 0.09 | 3.00 |

DE: desviación estándar

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de PV, PVV y TCG con los depósitos de grasa corporal (kg/animal) en ovejas de pelo (n=58).

| | PV | PVV | TGC | GC | GI | GO | GP |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PV | 1 | | | | | | |
| PVV | 0.97** | 1 | | | | | |
| TGC | 0.87** | 0.93** | 1 | | | | |
| GC | 0.88** | 0.94** | 0.98** | 1 | | | |
| GI | 0.84** | 0.91** | 0.98** | 0.93** | 1 | | |
| GO | 0.78** | 0.86** | 0.96** | 0.90** | 0.97** | 1 | |
| GP | 0.81** | 0.89** | 0.94** | 0.89** | 0.95** | 0.92** | 1 |
| GM | 0.78* | 0.78** | 0.77** | 0.74** | 0.78** | 0.66** | 0.65** |

*p<0,05; ** p<0,001. GC: grasa de la canal; GI: grasa interna; GO: grasa omental; GM: grasa mesentérica; GP: grasa pélvica.

Las ecuaciones alométricas mostraron que en relación con GTC (1.02 y 0.98), PVV (3.07 y 3.03) las pendientes de regresión eran mayores para GI que para GC. Sin embargo, GC presentó mayores pendientes en relación con PV. En comparación con GM y GO (Tabla 3), GP fue el reservorio con las mayores pendientes.

Cuadro 3. Ecuaciones alométricas de crecimiento ($\text{Log}_{10}Y = \text{Log}_{10}a + b\text{Log}_{10}X$) que describen la relación entre los depósitos de grasa corporal (Y) y el PV, PVV o TGC (X) en ovejas de pelo (n=58).

| Deposito (Y) | A | EE (a) | B | EE (b) | r ² | CME | RCME | P |
|------------------------|-------|--------|------|--------|----------------|-------|------|---------|
| Relativo al PV | | | | | | | | |
| GC | -4.96 | 0.46 | 3.38 | 0.29 | 0.70 | 0.02 | 0.16 | <0.0001 |
| GI | -4.80 | 0.53 | 3.32 | 0.33 | 0.63 | 0.04 | 0.19 | <0.0001 |
| GO | -5.48 | 0.70 | 3.50 | 0.44 | 0.52 | 0.06 | 0.25 | <0.0001 |
| GM | -4.22 | 0.49 | 2.60 | 0.31 | 0.55 | 0.03 | 0.18 | <0.0001 |
| GP | -6.04 | 0.70 | 3.74 | 0.44 | 0.56 | 0.06 | 0.25 | <0.0001 |
| Relativo al PVV | | | | | | | | |
| GC | -4.15 | 0.30 | 3.03 | 0.20 | 0.80 | 0.01 | 0.13 | <0.0001 |
| GI | -4.13 | 0.33 | 3.07 | 0.22 | 0.77 | 0.02 | 0.15 | <0.0001 |
| GO | -4.93 | 0.46 | 3.34 | 0.31 | 0.67 | 0.04 | 0.21 | <0.0001 |
| GM | -3.42 | 0.38 | 2.22 | 0.25 | 0.56 | 0.03 | 0.17 | <0.0001 |
| GP | -5.35 | 0.46 | 3.50 | 0.31 | 0.69 | 0.04 | 0.21 | <0.0001 |
| Relativo a TGC | | | | | | | | |
| GC | -0.32 | 0.03 | 0.98 | 0.03 | 0.93 | 0.006 | 0.07 | <0.0001 |
| GI | -0.29 | 0.02 | 1.02 | 0.02 | 0.96 | 0.004 | 0.06 | <0.0001 |
| GO | -0.78 | 0.04 | 1.14 | 0.05 | 0.88 | 0.01 | 0.12 | <0.0001 |
| GM | -0.63 | 0.05 | 0.71 | 0.06 | 0.66 | 0.02 | 0.15 | <0.0001 |
| GP | -0.98 | 0.04 | 1.17 | 0.06 | 0.87 | 0.01 | 0.14 | <0.0001 |

EE: error estándar; CME: Cuadrado medio del error; RCM: raíz cuadrada del CME; r²: coeficiente de determinación.

10. DISCUSIÓN

Los cambios en las necesidades y la disponibilidad de nutrientes conducen a mecanismos fisiológicos de movilización y deposición de las reservas corporales (Caldeira y Portugal, 2007). Cuando el suministro dietético es limitante, las ovejas utilizan las reservas corporales (principalmente lípidos) para satisfacer sus necesidades nutricionales (Termatzidou *et al.*, 2020). Las funciones de los lípidos en el organismo dependen de su forma química y de su localización (Liu *et al.*, 2024). A nivel celular, la función más importante es la formación de membranas en células y orgánulos, y el almacenamiento de energía, principalmente en forma de gotas de triglicéridos (Xu *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2024). Más allá del nivel celular, los lípidos se encuentran principalmente en el tejido adiposo (grasa), donde sirven como almacenamiento de energía y como aislamiento térmico del organismo (Xu *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2024).

Cuando la ingesta de energía no cubre la demanda energética, las reservas de grasa corporal pueden mobilizarse para cubrir el déficit. En condiciones naturales en muchas regiones, los animales que pastan suelen obtener la energía de los forrajes, pero el crecimiento de las plantas muestra un ciclo anual. Para hacer frente a ese reto, los animales desarrollaron procesos para depositar grasa en las estaciones en las que la disponibilidad de forraje supera las necesidades, y luego movilizar la grasa para poder sobrevivir durante, por ejemplo, las estaciones frías y secas, cuando la disponibilidad de forraje es inadecuada para cubrir las necesidades (Xu *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2024). Sin embargo, en los sistemas ganaderos modernos, la alimentación suplementaria se ha adoptado cuando la disponibilidad de forraje es limitada, por lo que la capacidad de deposición de grasa puede no ser esencial para la supervivencia, lo que permite ignorar los procesos que evolucionaron para controlar la deposición de grasa, de modo que la presión genética puede desviarse hacia la calidad de la carne y hacia un rasgo cada vez más importante, la eficiencia en la utilización del alimento (Liu *et al.*, 2024).

Por otro lado, en la estimación alométrica es sumamente importante recolectar muestras de animales que sean representativos de toda la población (Sabioni *et al.*, 2017). Por ello, en el presente estudio se incluyeron ovejas de pelo de distinto PV. En este sentido, Pethick y Dunshea (1996) informaron de en los animales de granja, la grasa se almacena principalmente en depósitos internos (pélvico, mesentérico y omental), seguidos de depósitos intermusculares y subcutáneos y, por último, en grasa intramuscular.

Chay-Canul *et al.* (2011) reportaron que los mayores coeficientes alométricos (b) fueron para GI en comparación con GC, con respecto a GTC (1.23 vs. 0.78) y PVV (3.51 vs. 2.70), lo que sugiere que el patrón de deposición de grasa en esta raza favorece la deposición interna en ovejas Pelibuey. También reportan que la GP presentó la mayor la pendiente en ecuación de regresión respecto a GTC ($b= 1.40$) y PVV ($b= 4.02$), y las menores pendientes para la GO ($b= 1.31$ y 3.81) y GM ($b= 1.03$ y 2.73) indican que estos depósitos tienen menor capacidad en comparación con la GP para acumular y movilizar grasa (Arana *et al.*, 2005; Chay-Canul *et al.* (2011). También, Arana *et al.* (2005) en ovejas Rasa Aragonesa (raza cárnica), observaron que el depósito subcutáneo tenía una mayor pendiente ($b=1.92$) seguido de la GP ($b=1.68$), GO ($b=1.35$), GM ($b= 0.92$) y grasa intermuscular (0.90), por lo que concluyeron que, en esta raza, el depósito subcutáneo fue el más dinámico. Asimismo, Caldeira y Portugal (2007) en ovejas Serra de Estrela (raza lechera), reportaron que el coeficiente alométrico para la deposición de grasa sigue el siguiente orden: grasa intermuscular ($b=0.81$), GM ($b= 1.07$), subcutánea (1.11) y GP (1.12). Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio, ya que se observó que los mayores coeficientes alométricos (b) fueron para GI en comparación con GC, con respecto a GTC (1.02 vs. 0.98) y PVV (3.07 vs. 3.03). También, con respecto a los principales depósitos de grasa interna se observó que la GP presentó la mayor la pendiente en relación con la GTC ($b= 1.17$) y PVV ($b= 3.50$), y las menores pendientes para la GO ($b= 1.14$ y 3.34) y GM ($b= 0.71$ y 2.22) indicando que estos depósitos tienen menor capacidad en comparación con la GP

para acumular y movilizar grasa como sugieren Arana *et al.* (2005) y Chay-Canul *et al.* (2011). Yateem *et al.* (2022) en corderos Awassi observaron que, en relación con el PVV, los coeficientes alométricos de las tres clases principales de depósitos de grasa (grasa de la canal, grasa de la no canal y grasa de la cola) fueron de 1.920, 0.089 y 1.036, respectivamente, lo que indica que la grasa de la canal y la grasa de la cola tenían un crecimiento positivo ($b > 1$). Con respecto a las tres clases de depósitos grasos, los resultados mostraron que el valor (b) más alto se obtuvo en la grasa de la canal, lo que indica que es el depósito de desarrollo más tardío, seguido de la grasa de la cola y la grasa total no de la canal (Yateem *et al.* (2022).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

11. CONCLUSIONES

En base a los resultados de este trabajo, las ovejas de pelo almacenan una proporción significativamente mayor de la energía absorbida en los depósitos de grasa interna comparado con la grasa en canal. La grasa pélvica es el depósito de grasa interna con mayor capacidad para acumular y movilizar grasa en este tipo de ovejas.

México.

de Tabasco.

12. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Martínez, C. U., Berruecos-Villalobos, J. M., Espinoza-Gutiérrez, B., Segura-Correa, J. C., Valencia-Méndez, J., & Roldán-Roldán, A. (2017). Origen, historia y situación actual de la oveja pelibuey en México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 20(3), 429-439.
- Arana, A., Mendizabal, J. A., Delfa, R., Eguinoa, P., Soret, B., Alzon, M., & Purroy, A. (2005). Lipogenic activity in Rasa Aragonesa ewes of different body condition score. *Canadian journal of animal science*, 85(1), 101-105.
- Blanc, F., Bocquier, F., Agabriel, J., D'hour, P., & Chilliard, Y. (2006). Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Animal Research*, 55(6), 489-510.
- Caldeira, R. M., & Portugal, A. V. (2007). Relationships of body composition and fat partition with body condition score in Serra da Estrela ewes. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 20(7), 1108-1114.
- Chay-Canul, A. J., Ayala-Burgos, A. J., Kú-Vera, J. C., Magaña-Monforte, J. G., & Tedeschi, L. O. (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.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Bonnet, M., Rouel, J., & Bocquier, F. (2000). Adipose tissue metabolism and its role in adaptations to undernutrition in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59(1), 127-134.
- Ermias, E., Yami, A., & Rege, J. E. O. (2002). Fat deposition in tropical sheep as adaptive attribute to periodic feed fluctuation. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 119(4), 235-246.
- Friggens, N. C. (2003). Body lipid reserves and the reproductive cycle: towards a better understanding. *Livestock Production Science*, 83(2-3), 219-236.
- Huxley, J. S. (1932). Problems of relative growth London: Methuen. Co. LTD.
- Lambe, N. R., Conington, J., McLean, K. A., Navajas, E. A., Fisher, A. V., Bünger, L., & Sustainable Livestock Systems Group, SAC. (2006). In vivo prediction

- of internal fat weight in Scottish Blackface lambs, using computer tomography. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 123(2), 105-113.
- Álvarez, E. L., Manzano, E. C., Campos, M. C. O., & Chaud, Á. R. (2006). Reporte de la grasa corporal en la oveja Pelibuey Cubana. *Revista de Produccion Animal*, 18(2), 117-121.
- León-Alvarez, E., Olmos, M. C., Cruz, E., & García, R. (1999). Acumulación de grasas de reserva del ovino pelibuey cubano macho según edad y plano alimentario. *Arch. Zootec*, 48, 219-222.
- Liu, S., Yang, Y., Luo, H., Pang, W., & Martin, G. B. (2024). Fat deposition and partitioning for meat production in cattle and sheep. *Animal Nutrition*.
- Maeno, H., Oishi, K., & Hirooka, H. (2013). Interspecies differences in the empty body chemical composition of domestic animals. *animal*, 7(7), 1148-1157.
- Magaña-Monforte JG, Huchin-Cab M., Ake-López JR, Segura-Correa JC (2013). A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 45:1771-1776.
- Mendizabal, J. A., Delfa, R., Arana, A., Eguinoa, P., Gonzalez, C., Treacher, T., & Purroy, A. (2003). Estimating fat reserves in Rasa Aragonesa ewes: A comparison of different methods. *Canadian Journal of Animal Science*, 83(4), 695-701.
- Mendizabal, J. A., Delfa, R., Arana, A., Eguinoa, P., & Purroy, A. (2007). Lipogenic activity in goats (Blanca celtibérica) with different body condition scores. *Small Ruminant Research*, 67(2-3), 285-290.
- Mendizabal, J. A., 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(1-3), 121-127.
- Mirkena, T., Duguma, G., Haile, A., Tibbo, M., Okeyo, A. M., Wurzinger, M., & Sölkner, J. (2010). Genetics of adaptation in domestic farm animals: A review. *Livestock Science*, 132(1-3), 1-12.
- Ørskov, E. R. (2007). Some physical, physiological and biochemical adaptations of ruminant livestock including buffaloes to different feeds and climates. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup2), 223-226.

- Pethick, D., & Dunshea, F. R. (1996, September). The partitioning of fat in farm animals. In *PROCEEDINGS-NUTRITION SOCIETY OF AUSTRALIA* (Vol. 20, pp. 3-13).
- Ruiz-Ramos J., Chay-Canul AJ., Ku-Vera JC., Magaña-Monforte JG., Gomez-Vazquez A., Cruz-Hernandez A., Gonzalez-Garduño R., Ayala-Burgos AJ (2016) Carcass and non-carcass components of Pelibuey ewes subjected to three levels of metabolizable energy intake. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7):21-31.
- Sabbioni, A., Beretti, V., Ablondi, M., Righi, F., & Superchi, P. (2018). Allometric coefficients for carcass and non-carcass components in a local meat-type sheep breed. *Small Ruminant Research*, 159, 69-74.
- SAS, 2010. SAS/STAT Software, Ver. 9.00. SAS Institute Inc., Cary, NC 27512-8000, USA.
- Termatzidou, S. A., Siachos, N., Valergakis, G. E., Georgakopoulos, A., Patsikas, M. N., & Arsenos, G. (2020). Association of body condition score with ultrasound backfat and longissimus dorsi muscle depth in different breeds of dairy sheep. *Livestock Science*, 236, 104019.
- Xu, Y. X., Wang, B., Jing, J. N., Ma, R., Luo, Y. H., Li, X., & Lv, F. H. (2023). Whole-body adipose tissue multi-omic analyses in sheep reveal molecular mechanisms underlying local adaptation to extreme environments. *Communications Biology*, 6(1), 159.
- Yateem, C. A., Alkass, J. E., & Mustafa, K. N. (2022). Allometric Growth Coefficients of Carcass Components and Carcass Waste in Awassi Lambs. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 35(2), 271-280.

CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DE LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN OVEJAS DE PELO

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-------------------|
| 1 | gacetajuchiman.ujat.mx Internet | 228 palabras — 4% |
| 2 | www.agradecimientosdetesis.net Internet | 77 palabras — 1% |
| 3 | www.hacertutesis.com Internet | 68 palabras — 1% |

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS < 50 PALABRAS



U.J.A.T.



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
JEFATURA DE ESTUDIOS TERMINALES