



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**RELACIÓN ENTRE EL ESPESOR DE LA GRASA RENAL MEDIDA
POR ULTRASONIDO Y LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE
GRASA EN CORDEROS KATAHDIN**

TESIS

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

PRESENTA

JAFET GEOVANNY HERNÁNDEZ JAVIER

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL

EN CODIRECCIÓN DE:

DRA. EUFRACIA DEL ROSARIO SALAZAR CUYTUN

VILLAHERMOSA, TABASCO, AGOSTO DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 14 del mes de agosto del año 2024, el que suscribe JAFET GEOVANNY HERNÁNDEZ JAVIER 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 RELACIÓN ENTRE EL ESPESOR DE LA GRASA RENAL MEDIDA POR ULTRASONIDO Y LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN CORDEROS KATAHDIN 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 14 de agosto de 2024.

JAFET GEOVANNY HERNÁNDEZ JAVIER

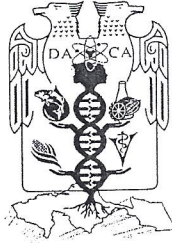
Nombre y Firma



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



División Académica de
Ciencias Agropecuarias

Coordinación de
Estudios Terminales



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
RECONOCIMIENTO DEL PROLEGADO
REVOLUCIONARIO Y DEFENSOR
DEL CAJON
COMUNIDAD DE
MÉXICO

Asunto: Autorización de impresión
de Trabajo Recepcional.
Fecha: 28 de junio 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. Jafet Geovanny Hernández Javier** con matrícula **172C24140**, 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 EL ESPESOR DE LA GRASA RENAL MEDIDA POR ULTRASONIDO Y LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN CORDEROS KATAHDIN"**.

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
DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente Alumno.
Archivo

Km 25, Carret. Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª Sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. (+52 993) 3581500 ext. 6614
Correo electrónico: terminales.daca@ujat.mx

www.ujat.mx

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Villahermosa, Tabasco a **14 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 **RELACIÓN ENTRE EL ESPESOR DE LA GRASA RENAL MEDIDA POR ULTRASONIDO Y LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN CORDEROS KATAHDIN.** 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



Alumno



Director

Testigo



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:	"Relación entre el espesor de la grasa renal medida por ultrasonido y los depósitos corporales de grasa en corderos Katahdin."
Autor (a) o autores (ras) de la Tesis:	Jafet Geovanny Hernández Javier
ORCID:	0009-0004-8833-8424
Resumen de la Tesis:	<p>El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre los depósitos de grasa corporal y mediciones ecográficas del espesor de la grasa renal (uEGR) en corderos Katahdin. Veinticuatro horas antes del sacrificio, se midió el uEGR en 34 animales. Después del sacrificio, los depósitos de grasa interna se separaron, pesaron y agruparon como grasa mesentérica (GM), omental (GO) o pélvica (GP) y luego se sumaron para obtener el peso total de la grasa interna (GI). Los pesos de la grasa de la canal (GC: grasa subcutánea más grasa intermuscular), los músculos y los huesos se obtuvieron deshuesando manualmente la mitad izquierda de la canal. La grasa corporal total (GCT) se obtuvo de la suma de la GI y la GC. El uEGR se asoció de moderada a altamente con los depósitos de grasa corporal ($0.62 \leq r \leq 0.83$, $P < 0.001$). Para predecir los depósitos de grasa corporal interna, las ecuaciones tuvieron un r^2 que osciló entre 0.43 y 0.76, y en estos modelos se incluyeron el uEGR y el PV vacío (PVV) ($P < 0,05$). Las ecuaciones para la GI y la GC tuvieron una r^2 que osciló entre 0.54 y 0.78. Los resultados indican que uEGR presentó una relación de moderada a alta con los depósitos de grasa corporal ($0.62 \leq r \leq 0.83901$) en corderos Katahdin.</p>
Palabras claves de la Tesis:	Medidas corporales; rasgos lineales; grasa corporal; predicción.
Referencias citadas:	<p>AFRC, (1993). Technical Committee on Responses to Nutrients. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, UK.</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> <p>Chavarría-Aguilar, L. M., García-Herrera, R. A., Salazar-Cuytun, R., Chay-Canul, A. J., Casanova-Lugo, F., Piñero-Vázquez, A. T., & Aguilar-Caballero, A. J. (2016). Relationship between body fat depots and body mass index in Pelibuey ewes. <i>Small Ruminant Research</i>, 141, 124-126.</p> <p>Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R., Meza-Villalvazo, V. M., Gomez-Vazquez, A., Cruz-Hernandez, A., Magaña-Monforte, J. G., & Ku-Vera, J. G. (2016). Body fat reserves and their relationship to ultrasound back fat measurements in Pelibuey ewes. <i>Ecosistemas y recursos agropecuarios</i>, 3 (9), 407-413.</p>

CONTENIDO

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	viii
1.- Introducción	1
2 Antecedentes	3
3. Justificación	5
4. Pregunta de investigación	6
5. Hipótesis	7
6. Objetivo general	8
7 Objetivos específicos	8
8. Metodología	9
8.1 Ubicación del estudio y manejo de los animales.....	9
8.2 Mediciones por ultrasonido	9
8.3 Sacrificio de los animales.....	10
8.4 Análisis de datos	11
9. Resultados	12
10. Discusión	15
11. Conclusiones y Recomendaciones	18
12. Referencias citadas	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores mínimos y máximo de las variables evaluadas.	12
Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre los depósitos de grasa y la grasa renal medida por ultrasonido.	13
Cuadro 3: Ecuaciones de regresión para predecir los depósitos de grasa corporal en corderos Katahdin utilizando mediciones por ultrasonido del espesor de la grasa renal.	14

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

DEDICATORIA

A dios, por nunca abandonarme y demostrarme siempre que el amor a las cosas, el respeto y la dedicación te llevan a una vida plena y digna.

A mi madre Adriana Hernández Javier, por nunca rendirse a pesar de todas las dificultades y adversidades, por todo el amor y todo el apoyo.

A mi hermano Axel Alonso Blancas Hernández, por existir, por creer en mí siempre y por todo ese amor fraternal.

A mi "mami" mi abuela Concepción Javier Hernández por verme siempre con ojos de amor y nunca dudar de mí.

Por último, pero no menos importante, quiero dedicar esta tesis también a esas personas que siempre creyeron en mí, que me guiaron en el camino y no buscaron más que agradecimiento, amistad y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A la división académica de ciencias agropecuarias (DACA) por darme una de las mejores etapas de mi vida y sobre todo brindarme todo ese conocimiento que atesoraré, valoraré y respetaré toda mi vida.

A todos los profesores que se tomaron el tiempo y la dedicación para brindarme el conocimiento canalizado mediante cátedra y prácticas, el cual llevo muy presente.

Al Dr. Alfonso Juventino Chay Canul por la amistad y la dedicación como asesor y amigo durante todo el proceso de tesis.

A mi novia Monserrat Lanz castillo, por nunca dejarme solo, por estar ahí apoyándome en todos los momentos, por creer en mí y por todo ese amor tan único y especial.

Al M.V.Z Mario Fernando por haberme mostrado esta bella profesión y por todos esos consejos que me guiaron en distintas situaciones.

Al equipo de trabajo del CJN YUMKA por ser una parte fundamental en mi desarrollo como M.V.Z y por brindarme la confianza y siempre tener paciencia, respeto y vocación a la hora de brindar conocimiento.

A mis amigos por todo ese apoyo, por no dudar en mí, por la motivación y todo el amor.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre mediciones ecográficas del espesor de la grasa renal (uEGR) y los depósitos de grasa corporal y en corderos Katahdin. Veinticuatro horas antes del sacrificio, se midió el uEGR en 34 animales. Después del sacrificio, los depósitos de grasa interna se separaron, pesaron y agruparon como grasa mesentérica (GM), omental (GO) o pélvica (GP) y luego se sumaron para obtener el peso total de la grasa interna (GI). Los pesos de la grasa de la canal (GC: grasa subcutánea más grasa intermuscular), los músculos y los huesos se obtuvieron deshuesando manualmente la mitad izquierda de la canal. La grasa corporal total (GCT) se obtuvo de la suma de la GI y la GC. El uEGR se asoció de moderada a altamente con los depósitos de grasa corporal ($0.62 \leq r \leq 0.83$, $P < 0.001$). Para predecir los depósitos de grasa corporal interna, las ecuaciones tuvieron un r^2 que osciló entre 0.43 y 0.76, y en estos modelos se incluyeron el uEGR y el PV vacío (PVV) ($P < 0.05$). Las ecuaciones para la GI y la GC tuvieron un r^2 que osciló entre 0.54 y 0.78. Los resultados indican que uEGR presentó una relación de moderada a alta con los depósitos de grasa corporal ($0.62 \leq r \leq 0.83901$) en corderos Katahdin.

Palabra clave: medidas corporales; rasgos lineales; grasa corporal; predicción

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the relationship between ultrasonic measurements of renal fat thickness (uEGR) and body fat deposition in Katahdin lambs. uKFT was measured in 34 animals 24 hours before slaughter. At slaughtering, the internal fat deposits were removed, weighed, and grouped as mesenteric (MF), omental (OF) pelvic (PF) fat and summed to give the total internal fat (IF). The weights of carcass fat (CF: subcutaneous fat plus intermuscular fat), muscle and bone were obtained by manual deboning of the left half of the carcass. The sum of IF and CF was used to determine total body fat (TBF). uKFT was moderate-to-strongly associated with body fat stores ($0.62 \leq r \leq 0.83$, $P < 0.001$). To predict internal body fat stores, the equations had r^2 between 0.43 and 0.76, and uKFT and empty BW were included in these models ($P < 0.05$). The r^2 ranged from 0.54 to 0.78 for the IF and CF equations. The results indicate that uKFT was moderately to strongly associated with body fat depots in Katahdin lambs.

Key word: body measures; linear traits; body fat; prediction

1.- Introducción

La acumulación de reservas de grasa corporal en épocas de alta disponibilidad de forraje (temporada de lluvias); es una capacidad de los animales rumiantes, para la posterior movilización de esas reservas cuando el alimento es escaso (temporada seca) con el fin de igualar las fluctuaciones en el alimento y satisfacer los requerimientos energéticos del animal durante todo el año (Chilliard *et al.* 2000; Chay-Canul *et al.*, 2011; Chay-Canul *et al.*, 2016).

Además, para calcular las necesidades nutricionales, es necesario determinar la grasa corporal total de los animales de granja (Chay-Canul *et al.*, 2019). La composición de la ganancia de peso es el principal determinante de las necesidades energéticas para crecimiento de los animales domésticos y se estima considerando la energía retenida en el cuerpo (Chay-Canul *et al.* 2016). Por otro lado, la composición de la ganancia es determinante en la madurez, cuando el animal está más cerca de su peso adulto y por tanto de su madurez, más grasa (y energía) se almacena en la ganancia (Chay-Canul *et al.* 2016). A lo cual se le debería sumar la energía bruta de la proteína que de igual manera se deposita diariamente en la ganancia de peso (Chay-Canul *et al.* 2016; Chay-Canul *et al.*, 2019; Morales-Martínez *et al.*,2020). En los sistemas de alimentación intensiva se han reportado que la acumulación de grasa en los diferentes depósitos corporales, se relaciona positivamente con la energía corporal total, y esta información es necesaria para cálculos de balance energético (Chay-Canul *et al.*, 2019; Ruda *et al.*, 2019; Morales-Martínez *et al.*,2020).

Los depósitos de grasa representan una gran proporción de la energía total consumida por los animales, por lo que es necesario aplicar métodos (directos e indirectos) para poder determinar y evaluar dichos depósitos. En este sentido, se ha utilizado las mediciones por ultrasonido, un método indirecto que permite predecir el tamaño de los depósitos de grasa corporal (depósitos de tejido adiposo

subcutáneo y abdominal). Estas mediciones se basan en la medición del espesor de la subcutánea y el área del músculo *longissimus thoracis et lumborum* (Ribeiro *et al.*, 2008; Ribeiro y Tedeschi, 2012). Se ha reportado que la medición definitiva del contenido de grasa corporal en ovinos es mediante el análisis químico de la grasa de todo el cuerpo. Varios autores también han reportado que la grasa corporal es el componente más variable del cuerpo (Ribeiro y Tedeschi 2012; Tedeschi *et al.*, 2013; Chay-Canul *et al.*, 2019; Morales-Martínez *et al.*, 2020; Gastelum-Delgado *et al.*, 2024) y que su variación depende de varios factores como raza, sexo, edad y madurez.

Ribeiro y Tedeschi (2012) afirman que es necesario mejorar la predicción de la deposición de grasa en canal e interna en animales vivos. Esto se debe a que los modelos de crecimiento pueden tener en cuenta los diferentes sitios de deposición de grasa y su impacto en la composición tisular de la canal y la calidad de la carne. También podrían utilizarse para determinar el momento más adecuado para sacrificar a los animales en términos de composición de la canal y en la selección de animales para proporcionar a los programas de cría información que ayude a mejorar la conformación de la canal y la calidad de carne (Muñoz-Osorio *et al.*, 2024; Gastelum-Delgado *et al.*, 2024).

Así mismo, se han reportado que el espesor de la grasa renal puede ser un buen predictor de los depósitos corporales de grasa (Ribeiro *et al.*, 2008; Ribeiro y Tedeschi, 2012; Härter *et al.*, 2014; Morales-Martínez *et al.*, 2020). No obstante, los estudios existentes que evalúan los depósitos de grasas corporal a través del uso de medidas de ultrasonido para predecir los depósitos de grasa corporal en ovinos de pelo aún son limitados. El método propuesto en el presente estudio se puede utilizar sin necesidad de sacrificar a los animales en diferentes etapas del desarrollo. Lo que lo hace una herramienta atractiva para el estudio de la tasa de síntesis grasa y de la composición química corporal ovinos de pelo. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre el espesor de la grasa de riñón medida por ultrasonido y los depósitos grasa corporal en ovinos Katahdin.

2 Antecedentes

En los sistemas de alimentación intensiva, se ha reportado que la acumulación de depósitos de grasa se relaciona positivamente con la energía corporal total, y que representa gran parte de la energía consumida por el animal (Chay-Canul *et al.*, 2019a; Ruda *et al.*, 2019; Morales-Martínez *et al.*, 2020). Es por ello, que existe una creciente necesidad de contar con este tipo de datos y poder integrar dicha información a los modelos de alimentación actuales para calcular la composición química de la canal y el cuerpo de los animales de granja en forma precisa (Morales-Martínez *et al.*, 2020). La información generada de la predicción de las reservas corporales de grasa podría utilizarse para determinar el momento más adecuado para sacrificar a los animales en función de la composición de la canal (nivel de engrasamiento). También, podría contribuir a la selección de animales con canales de determinadas características de acuerdo con el mercado (Muñoz-Osorio *et al.*, 2024; Gastelum-Delgado *et al.*, 2024).

Por otra parte, se han reportado factores como la raza, el sexo, el nivel de nutrición (Ribeiro *et al.* 2008) y el estado fisiológico (Chay-Canul *et al.*, 2011; Morales-Martínez *et al.*, 2020) tienen un papel importante en la cantidad y distribución de los depósitos de grasa corporal (Caldeira y Portugal 2007; Chay-Canul *et al.*, 2011).

Hasta ahora, los estudios que utilizan la evaluación a través las medidas de ultrasonido; para predecir los depósitos de grasa corporal en ovejas de pelo son limitados. Además, se sabe relativamente poco sobre la capacidad de acumulación y movilización de reservas de grasa corporal de la raza Katahdin durante los períodos de abundancia y escasez de alimentos, así como en sistemas de alimentación intensiva (Chay-Canul *et al.*, 2011; Chay-Canul *et al.*, 2016; Morales-Martínez *et al.*, 2020).

Actualmente, la determinación de los cambios en los depósitos de grasa corporal de las ovinos de pelo a través de métodos no invasivos como las mediciones de ultrasonido ha sido un desafío, debido a que la principal reserva de energía corporal en las ovejas de pelo es la grasa abdominal (Chay-Canul *et al.*, 2011; Morales-Martínez *et al.*, 2020), y las herramientas disponibles para determinar los cambios en este depósito de grasa siguen siendo escasas (Härter *et al.*, 2014).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

3. Justificación

El 28% del territorio nacional está clasificado como zona tropical. Las razas ovinas de pelo se utilizan en los sistemas de producción ovina en estas zonas. Por esta razón, se puede decir que estos ovinos contribuyen aproximadamente al 25% de la producción nacional de carne de ovino (Ruiz-Ramos et al., 2016). Entre estas razas de ovinos de pelo destacan, la Pelibuey y Black Belly, que se usan como razas maternas. En este sentido en la búsqueda de incrementar los parámetros productivos y la conformación de la canal, en las últimas décadas se ha introducido a la raza Katahdin en esquemas de cruce con la raza la Pelibuey y Black Belly.

Sin embargo, en México existen pocos estudios en la raza Katahdin. Sobre todo, en cuanto al patrón de acumulación de reservas energéticas corporales en forma de grasa. Este conocimiento podría utilizarse para determinar el momento óptimo al sacrificio de los animales de esta raza, así como para la selección de animales con canales de determinadas características que satisfagan a cada tipo de nicho de mercado (Muñoz-Osorio et al., 2024; Gastelum-Delgado et al., 2024).

4. Pregunta de investigación

¿Los depósitos corporales de grasa están relacionados con el espesor de la grasa del riñón determinada por ultrasonido en ovinos Katahdin?

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

5. Hipótesis

Los depósitos corporales de grasa presentan alta relación ($r \geq 0.80$) con el espesor de la grasa del riñón determinada por ultrasonido, lo que permitirá desarrollar ecuaciones para predecir con alta precisión estos depósitos en ovinos Katahdin.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

6. Objetivo general

Evaluar la relación entre los depósitos corporales de grasa (grasa omental, grasa mesentérica, grasa pélvica, grasa interna, grasa de la canal y total de grasa corporal) y el espesor de la grasa del riñón determinada por ultrasonido (uEGR) en ovinos Katahdin.

7 Objetivos específicos

Evaluar la relación entre los depósitos corporales de grasa (grasa omental, grasa mesentérica, grasa pélvica, grasa interna, grasa de la canal y total de grasa corporal) y el espesor de la grasa del riñón determinada por ultrasonido (uEGR) en ovinos Katahdin.

Desarrollar ecuaciones para predecir los depósitos corporales de grasa (grasa omental, grasa mesentérica, grasa pélvica, grasa interna, grasa de la canal y total de grasa corporal) utilizando el espesor de la grasa del riñón determinada por ultrasonido (uEGR) en ovinos Katahdin.

8. Metodología

8.1 Ubicación del estudio y manejo de los animales

El estudio se realizó en el CIOS, ubicado en la 2ª sección de Alvarado Santa Irene, en el municipio de Centro. La zona tiene un clima tropical húmedo con temperaturas que oscilan entre 15°C y 44°C, con un promedio de 26°C en Tabasco, México.

Se utilizaron 34 corderos de la raza Katahdin de 6-8 meses de edad, con un peso promedio de 35.31±7.99 kg. Los animales estaban bajo un sistema de engorda intensiva. La dieta que consumían consistía en 80% de concentrado y un 20% de forraje, con una estimación del 15% de proteína bruta (PB) y 12 MJ de energía metabolizable (AFRC, 1993), y se ofreció *ad libitum*. Los ingredientes de la dieta incluían granos de cereales (53% de maíz molido, 14% de harina de soja, 20% de heno de pastos tropicales, 3% de melaza, 4% de pulido de arroz y un 1% de premezcla de vitaminas y minerales. Los animales se seleccionaron por conveniencia de los grupos de engorde cuando alcanzaron el peso corporal necesario para el sacrificio.

8.2 Mediciones por ultrasonido

Las mediciones ultrasonográficas (USM) se registraron 24 h antes del sacrificio. Los corderos se inmovilizaron manualmente y se utilizó gel acústico para crear un buen contacto entre la sonda y la piel de los animales.

El espesor de la grasa renal por ultrasonido (uEGR) se determinó de acuerdo con la metodología reportada por Ribeiro *et al.* (2008) y Härter *et al.* (2014). Los animales fueron examinados utilizando un ecógrafo Mindray DP Vet 50 equipado con una sonda lineal de 7.5 MHz. (Mindray Ltd. and national ultrasound Inc.; Wuxi, Jiangsu, China). El primer paso fue afeitar la zona y se usó gel acústico como agente de acoplamiento. La sonda línea se colocó entre la decimotercera costilla y la

primera vértebra lumbar del lado derecho del animal. La medida de uEGR se tomó entre la parte ventral de los músculos abdominales y el final de la grasa renal (Ribeiro *et al.*, 2008; Härter *et al.*, 2014). Se tomaron tres mediciones de uEGR de la vista lateral del riñón y se calculó el promedio (Härter *et al.*, 2014). Las imágenes de la vista lateral del riñón y del espesor de la grasa del riñón fueron fijadas en el monitor y se midieron inmediatamente utilizando los calibradores electrónicos del equipo, los cuales tenían una resolución de 0.1 cm (Morales-Martínez *et al.*, 2020). Las mediciones fueron registradas para todos los animales por el mismo operador como se describió anteriormente (Morales-Martínez *et al.*, 2020).

8.3 Sacrificio de los animales

Los animales se sacrificaron, con un previo ayuno de 24 horas conforme las normas mexicanas vigentes, antes del sacrificio se registró el peso vivo (PV) de los animales. Después del sacrificio, la canal fue pesada (PCC) y enfriada por un periodo de 24 h a 1°C. Posteriormente, fue pesada nuevamente (PCF) y se dividió por la línea media dorsal en dos mitades. La media canal izquierda se disecó en músculo, grasa y hueso y cada tejido fue pesado por separado. Los pesos de grasa (grasa subcutánea más grasa intermuscular), músculo y hueso se ajustaron al peso total de la canal. Las vísceras (hígado, corazón, riñones, pulmones) se separaron y pesaron.

La grasa interna (GI, depósito de grasa interna) se disecó, pesó y agrupó como depósitos de: grasa mesentérica (GM) y omental (GO) se consideró a la grasa alrededor del tracto gastrointestinal (rumen e intestinos, respectivamente) y como la pélvica (GP) la que se encuentra alrededor de los riñones y la región pélvica. Estos tres depósitos se sumaron para obtener el peso total del depósito de grasa interna (GI). El tracto gastrointestinal (TGI), se pesó lleno y vacío. El PVV se calculó restando el contenido del GIT del PV al sacrificio.

8.4 Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo mediante el procedimiento PROC MEANS en SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2010). En el mismo software también se estimaron los coeficientes de correlación entre variables mediante el procedimiento PROC CORR (SAS Ver. 9.3, 2010), y se realizaron regresiones mediante el procedimiento PROC REG (SAS Ver. 9.3, 2010). Las opciones STEPWISE y Mallow's Cp se utilizaron en la instrucción SELECTION para seleccionar las variables incluidas en el modelo. La precisión de los modelos se evaluó mediante los coeficientes de determinación (r^2) y el error cuadrático medio (ECM).

Se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

donde:

y es la variable dependiente (grasa omental, grasa mesentérica, grasa pélvica, grasa interna, grasa de la canal y total de grasa corporal), X es la variable independiente o predictora (uEGR), β_0 y β_1 son los parámetros del modelo, ε es el error.

9. Resultados

En el Cuadro 1 se presentan las estadísticas descriptivas de la uEGR y los depósitos de grasa corporal. El SBW osciló entre 21.00 y 58.50 kg, mientras que el uEGR osciló entre 0.24 y 0.59 cm. Se observó, que el PV, PVV, y uEGR presentaron un coeficiente de variación (CV, %) de alrededor de 22.6%. Mientras que los pesos de los depósitos de grasa presentaron un CV que vario de 39 a 72%.

Cuadro 1. Valores mínimos y máximo de las variables evaluadas.

Variable	Abreviatura	Media±DE	Mínimo	Máximo
Peso vivo (kg)	PV	35.31±7.99	21.00	58.50
Peso vivo vacío (kg)	PVV	30.75±6.99	18.11	51.78
Espesor de la grasa renal (cm)	uEGR	0.40±0.090	0.24	0.59
Grasa interna (kg)	GI	0.95 ± 0.47	0.38	2.17
Grasa omental (kg)	GO	0.46±0.28	0.07	1.28
Grasa mesentérica (kg)	GM	0.30±0.13	0.06	0.62
Grasa pélvica (kg)	GP	0.18±0.13	0.04	0.62
Grasa de la canal (kg)	GC	1.98±0.78	0.95	4.08
Grasa total corporal (kg)	GTC	3.00±1.23	1.44	6.25

El espesor de la grasa renal se asoció de moderado a alto con los depósitos de grasa corporal interna ($0.63 \leq r \leq 0.83$, $P < 0.001$). Además, r fue de 0.76 a 0.86 para GI y GC y tuvo un rango similar para GO de GI, FC y GTC (Cuadro 2).

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre los depósitos de grasa y la grasa renal medida por ultrasonido.

	uEGR	PV	PVV	GM	GO	GP	GI	GC	GTC
uEGR	1	0.48	0.54	0.62	0.81	0.65	0.83	0.73	0.75
PV		1.00	0.98	0.79	0.65	0.20ns	0.65	0.41	0.51
PVV			1.00	0.81	0.70	0.24ns	0.69	0.46	0.56
GM				1.00	0.59	0.26ns	0.70	0.46	0.53
GO					1.00	0.63	0.94	0.76	0.85
GP						1.00	0.75	0.74	0.79
GI							1.00	0.78	0.88
GC								1.00	0.96
GTC									1.00

¹P < 0.05

En Cuadro 3 se muestran las ecuaciones de regresión desarrolladas para predecir los depósitos de grasa corporal. Se obtuvieron dos ecuaciones para predecir la GM y la GO con un r^2 que oscilaba entre 0.66 y 0.76 (Cuadro 3), y estos modelos incluían uEGR y PVV ($P < 0.05$). La ecuación que predecía el PRF tenía un r^2 de 0.43. Las ecuaciones para GI y GC tuvieron un r^2 que osciló entre 0.54 y 0.78.

Cuadro 3: Ecuaciones de regresión para predecir los depósitos de grasa corporal en corderos Katahdin utilizando mediciones por ultrasonido del espesor de la grasa renal.

No.	Ecuación	r ²	CME	RCCME	Valor de P
1	GM (kg)= --0.17 (±0.06**) + 0.02 (±0.001***) × PVV	0.66	0.006	0.08	<.0001
2	GM (kg)= -0.23 (±0.06**) + 0.37 (±0.17*) × uEGR + 0.01 (±0.002***) × PVV	0.70	0.005	0.07	<.0001
3	GO (kg)= --0.61 (±0.14***) + 2.65 (±0.34***) × uEGR	0.67	0.03	0.14	<.0001
4	GO (kg)= --0.81 (±0.13***) + 1.99 (±0.36***) × uEGR + 0.02 (±0.004***) × PVV	0.76	0.02	0.14	<.0001
5	GP (kg)= -0.22 (±0.08**) + 0.99 (±0.20*) × uEGR	0.43	0.01	0.10	<.0001
6	GI (kg)= -0.90 (±0.22***) + 4.62 (±0.55*) × uEGR	0.71	0.07	0.24	<.0001
7	GI (kg)= -1.21 (±0.22***) + 3.59 (±0.57***) × uEGR + 0.02 (±0.007**) × PVV	0.78	0.05	0.22	<.0001
8	GC (kg)= -0.70 (±0.47*) + 6.62 (±1.13***) × uEGR	0.54	0.29	0.54	<.0001
9	GTC (kg)= -1.34 (±0.70*) + 10.79 (±1.70***) × uEGR	0.56	0.68	0.82	<.0001

*, $P < 0,05$; **, $P < 0,001$., CME: Cuadrado medio del error; RCCME: Raíz cuadrada del cuadrado medio del error; GO: Grasa omental; GI: Grasa interna; GP: Grasa pélvica; GTC: Grasa total de la canal; PVV: Peso vivo vacío; uEGR: Espesor de la grasa renal.; GM: Grasa mesentérica.

10. Discusión

En el presente estudio, se utilizó la medición por ultrasonido del espesor de la grasa renal (uEGR) para predecir los depósitos de grasa corporal en corderos Katahdin en crecimiento. Ribeiro y Tedeschi, (2012) y Morales-Martínez *et al.* (2020) informaron que la determinación de la grasa total físicamente separable es difícil y costosa, y por lo general requiere que el animal sea sacrificado. La necesidad de desarrollar métodos precisos y no invasivos para evaluar la deposición de grasa en canal y fuera de canal en animales vivos ha llevado a la evaluación de algunos métodos, como la medición por ultrasonido del espesor de la grasa renal (uEGR).

Por otro lado, es importante destacar que en el presente estudio el PV, PVV, y uEGR presentaron un coeficiente de variación (CV) de alrededor de 22.6%. Así mismo se encontró que los pesos de los depósitos de grasa presentaron un CV que varió de 39 a 72%. Esta alta variación de los datos es importante, ya que es deseable desarrollar una base de datos diversa para mejorar la capacidad predictiva y hacer un uso extensivo de las ecuaciones generadas (Sazalar-Cuytun *et al.* 2023; Gurgel *et al.*, 2023). Por otro lado, en cuanto a la variación de los depósitos de grasa corporal, se reportó que la grasa es el tejido más variable de la canal, tanto en términos de cantidad, como en distribución (Salazar-Cuytun *et al.* 2023).

Los modelos desarrollados para predecir los depósitos de grasa corporal en el presente estudio los valores de r^2 oscilaron entre 0.43 y 0.78, y el procedimiento por pasos seleccionó uEGR y EBW como las principales variables explicativas. Estos resultados son similares a los reportados por Morales-Martínez *et al.* (2020) en el que reportaron sus modelos los valores de r^2 oscilaron entre 0.61 y 0.87. Seleccionando así las variables uEGR y EBW en sus modelos para predecir los depósitos de grasa corporal interna y su contenido de energía bruta. Así mismo, estos valores se utilizaron para concluir que la uEGR era una medida satisfactoria para explicar la variación de la grasa interna en corderos Pelibuey de en finalización.

En este sentido, Ribeiro y Tedeschi (2012) informaron que uEGR explicó alrededor del 89% de la variación en GI en bovinos de carne. En ovinos machos Pelibuey, el uEGR explicó el 66% y el 84% de la variación en GP y GM, respectivamente. Además, la uEGR explicó entre el 61% y el 71% de la variación en la predicción de la GO y GI, respectivamente. Estos resultados sugieren que la variación en GI en corderos Pelibuey en finalización puede ser explicada por mediciones ultrasónicas de uEGR (Morales-Martínez *et al.*, 2020). En el presente estudio el uEGR explicó el 43% y el 67% de la variación en GP y GO, respectivamente. Mientras que para GC y GTC explicó entre el 54% y el 56% de la variación, respectivamente.

Las ecuaciones desarrolladas y evaluadas en este estudio confirmaron que la uEGR puede predecir los depósitos de grasa corporal (depósitos de grasa en la canal y no canal) en corderos Katahdin con una precisión moderada. Esta técnica también puede ayudar a explicar la importancia de la cantidad de grasa almacenada en diferentes depósitos de grasa corporal sobre la eficiencia energética parcial de la deposición de grasa y proteína en pequeños rumiantes (Tedeschi *et al.*, 2006; Ribeiro y Tedeschi, 2012). Además, esta técnica tiene un gran potencial para comprender y estudiar la deposición de grasa corporal en ovinos a lo largo del tiempo bajo diferentes condiciones en animales vivos.

Por otra parte, es importante señalar que el presente estudio mostró que los corderos Katahdin almacenan una proporción significativa de la energía ingerida en la canal, en lugar de en los depósitos internos. El conocimiento del patrón y la localización de la deposición de grasa en el ganado es importante porque está directamente relacionado con la calidad de la canal y la carne y con la eficiencia de la conversión energética (Tedeschi *et al.*, 2006). Debido a la eficiencia parcial del uso de la energía para la composición de la ganancia (Tedeschi *et al.*, 2006). Además, el valor de la canal en la mayoría de los mercados y el coste de ganancia pueden estar relacionados con la proporción de proteína y grasa en la canal

(Tedeschi *et al.*, 2006). Por lo tanto, determinar la composición de los tejidos de la canal y la calidad de la carne puede mejorar la calidad de la producción de carne y también puede proporcionar la base para desarrollar sistemas fiables de clasificación de canales (Muñoz-Osorio *et al.*, 2024). Los resultados de este estudio apoyan el uso de uEGR como método no invasivo para predecir la grasa corporal en pequeños rumiantes.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

11. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados indican que la cantidad de los depósitos de grasa corporal de los corderos Katahdin pueden predecirse con una exactitud y precisión moderadas utilizando ecuaciones desarrolladas a partir de las mediciones ultrasónicas del espesor de la grasa renal. También que los corderos Katahdin almacenan una proporción significativa de la energía ingerida en la canal y no en depósitos internos. Sin embargo, es necesario evaluar a los animales criados con distintos regímenes de alimentación y manejo para complementar la información obtenida y también desarrollar nuevas ecuaciones.

12. Referencias citadas

- AFRC, 1993. Technical Committee on Responses to Nutrients. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, UK.
- 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.
- Chavarría-Aguilar, L. M., García-Herrera, R. A., Salazar-Cuytun, R., Chay-Canul, A. J., Casanova-Lugo, F., Piñeiro-Vázquez, A. T., & Aguilar-Caballero, A. J. (2016). Relationship between body fat depots and body mass index in Pelibuey ewes. *Small Ruminant Research*, 141, 124-126.
- Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R., Meza-Villalvazo, V. M., Gomez-Vazquez, A., Cruz-Hernandez, A., Magaña-Monforte, J. G., & Ku-Vera, J. G. (2016). Body fat reserves and their relationship to ultrasound back fat measurements in Pelibuey ewes. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3 (9), 407-413.
- Chay-Canul, A. J., Magaña-Monforte, J. G., Chizzotti, M. L., Piñeiro-Vázquez, A. T., Canul-Solís, J. R., Ayala-Burgos, A. J., & Tedeschi, L. O. (2016). Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de

- Latinoamérica. Revisión. *Revista mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7 (1), 105-125.
- 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.
- Chay-Canul, A. J., Sarmiento-Franco, L. A., del Rosario Salazar-Cuytun, E., Tedeschi, L. O., Moo-Huchin, V., Solis, J. R. C., & Piñeiro-Vazquez, A. T. (2019). Evaluation of equations to estimate fat content in soft tissues of carcasses and viscera in sheep based on carbon and nitrogen content. *Small Ruminant Research*, 178, 106-110.
- Chilliard, Y., Bocquier, F., & Doreau, M. (1998). Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Reproduction Nutrition Development*, 38 (2), 131-152.
- Gastelum-Delgado, M. Á., Salazar-Cuytun, R., Ramirez-Bautista, M. A., Antonio-Molina, G., Orzuna-Orzuna, J. F., Garcia-Herrera, R. A., & Chay-Canul, A. J. (2024). Predicting body fat depots in Katahdin sheep using ultrasound kidney fat thickness measurements. *Small Ruminant Research*, 231, 107183.
- Chaves Gurgel, A. L., Difante, G. D. S., Vinhas Ítavo, L. C., Emerenciano Neto, J. V., Ferreira Ítavo, C. C. B., Bezerra Fernandes, P., & Chay-Canul, A. J. (2023). Aspects related to the importance of using predictive models in sheep production. Review. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*14(1), 204-227.
- Härter, C. J., Silva, H. G., Lima, L. D., Castagnino, D. S., Rivera, A. R., Neto, O. B., & Teixeira, I. A. (2014). Ultrasonographic measurements of kidney fat thickness and *Longissimus* muscle area in predicting body composition of pregnant goats. *Animal Production Science*, 54(9), 1481-1485.
- Magaña-Monforte, J. G., Huchin-Cab, M., Ake-López, R. J., & Segura-Correa, J. C. (2013). A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 1771-1776.

- Morales-Martínez, M. A., Arce-Recinos, C., Mendoza-Taco, M. M., Luna-Palomera, C., Ramírez-Bautista, M. A., Pineiro-Vazquez, A. T., & Chay-Canul, A. J. (2020). Developing equations for predicting internal body fat in Pelibuey sheep using ultrasound measurements. *Small Ruminant Research*, 183, 106031.
- Muñoz-Osorio, G. A., Tirink, C., Tyasi, T. L., Ramirez-Bautista, M. A., Cruz-Tamayo, A. A., Dzib-Cauich, D. A., & Chay-Canul, A. J. (2024). Using fat thickness and longissimus thoracis traits real-time ultrasound measurements in Black Belly ewe lambs to predict carcass tissue composition through multiresponse multivariate adaptive regression splines algorithm. *Meat Science*, 207, 109369.
- Ribeiro, F. R. B., Tedeschi, L. O., Stouffer, J. R., & Carstens, G. E. (2008). A novel technique to assess internal body fat of cattle by using real-time ultrasound. *Journal of animal science*, 86(3), 763-767.
- Ribeiro, F. R. B., & Tedeschi, L. O. (2012). Using real-time ultrasound and carcass measurements to estimate total internal fat in beef cattle over different breed types and managements. *Journal of Animal Science*, 90(9), 3259-3265.
- Ruda, L., Raschka, C., Huber, K., Tienken, R., Meyer, U., Dänicke, S., & Rehage, J. (2019). Gain and loss of subcutaneous and abdominal fat depot mass from late pregnancy to 100 days in milk in German Holsteins. *Journal of dairy research*, 86(3), 296-302.
- Ruiz-Ramos, J., Chay-Canul, A. J., Ku-Vera, J. C., Magaña-Monforte, J. G., Gómez-Vázquez, A., Cruz-Hernandez, A., & Ayala-Burgos, A. J. (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.
- Salazar-Cuytun, R., Herrera-Camacho, J., Garcia-Herrera, R. A., Pozo-Leyva, D., Gurgel, A. L. C., Itavo, L. C. V., & Chay-Canul, A. J. (2023). Relationships between body mass index, ultrasound measurements and, internal body fat depots in pelibuey sheep. *Bioscience Journal*, 39.
- SAS Institute, 2010. 9.3 Software. Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.

Tedeschi, L. O., Fox, D. G., Baker, M. J., & Kirschten, D. P. (2006). Identifying differences in feed efficiency among group-fed cattle. *Journal of animal science*, 84(3), 767-776.

Tedeschi, L. O. (2006). Assessment of the adequacy of mathematical models. *Agricultural systems*, 89(2-3), 225-247.

Tedeschi, L. O., Fox, D. G., & Kononoff, P. J. (2013). A dynamic model to predict fat and protein fluxes and dry matter intake associated with body reserve changes in cattle. *Journal of Dairy Science*, 96(4), 2448-2463.

México.

Autónoma de Tabasco.

RELACIÓN ENTRE EL ESPESOR DE LA GRASA RENAL MEDIDA POR ULTRASONIDO Y LOS DEPÓSITOS CORPORALES DE GRASA EN CORDEROS KATAHDIN

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1 gacetajuchiman.ujat.mx
Internet

228 palabras — 5%

EXCLUIR CITAS ACTIVADO
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES DESACTIVADO
EXCLUIR COINCIDENCIAS < 50 PALABRAS

U.J.A.T.



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
JEFATURA DE ESTUDIOS TERMINALES

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.