



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS *in vivo* Y LAS DETERMINADAS
POR ANÁLISIS DE IMAGEN DIGITAL EN OVINOS BLACK BELLY**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

EDMAR DIAZ DE CELIZ

DIRECTOR

DR. ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL

CODIRECTOR

M. C. JESÚS ALBERTO MEZO SOLÍS

VILLAHERMOSA, TABASCO, DE MARZO DE 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 23 del mes de febrero del año 2026, el que suscribe **EDMAR DIAZ DE CELIZ** alumna(o) del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia con número de matrícula 182C24226, 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 LAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS *in vivo* Y LAS DETERMINADAS POR ANÁLISIS DE IMAGEN DIGITAL EN OVINOS BLACK BELLY** 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 23 de febrero de 2026.

EDMAR DIAZ DE CELIZ

Nombre y Firma





UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



División
Académica de
Ciencias
Agropecuarias



2026
año de
Margarita
Maza

Coordinación de Estudios Terminales

Asunto: Autorización de impresión
de Trabajo Recepcional.
Fecha: 16 de enero de 2026.

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), le informo que, con base en el artículo 113 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al C. **Edmar Diaz de Celiz**, con matrícula **182C24226**, 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 LAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS in vivo Y LAS DETERMINADAS POR ANALÍISIS DE IMAGEN DIGITAL EN OVINOS BLACK BELLY**".

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

ATENTAMENTE

M.V.Z. JORGE ALFREDO THOMAS TELLEZ
DIRECTOR

U.J.A.T.



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN

C.c.p. - Archivo

Carretera Villahermosa - Teapa Km. 25. R/A La Huasteca 2da Sección
Villahermosa, Tabasco. México, C.P. 86298
Tel (993) 358 15 00 ext. 6614 e-mail: terminales.daca@ujat.mx

www.ujat.mx

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Villahermosa, Tabasco a **23 de febrero de 2026**.

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 LAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS *in vivo* Y LAS DETERMINADAS POR ANÁLISIS DE IMAGEN DIGITAL EN OVINOS BLACK BELLY**. 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



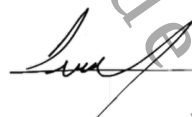
Edmar Diaz de Celiz

Alumno



Dr. Alfonso Juventino Chay Canul

Director



M.C. Jesús Alberto Mezo Solís

Codirector

Alojamiento de La Tesis en el Repositorio Institucional.	
Título de Tesis:	“RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS <i>in vivo</i> Y LAS DETERMINADAS POR ANÁLISIS DE IMAGEN DIGITAL EN OVINOS BLACK BELLY”
Autor (a) o autores (ras) de la Tesis:	Edmar Díaz de Celiz
ORCID:	https://orcid.org/0009-0004-8798-1311
Resumen de la Tesis:	Este estudio tuvo como objetivo determinar la relación entre las medidas biométricas <i>in vivo</i> y las obtenidas mediante análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly. Se utilizaron 35 ovinos machos Black belly de tres a seis meses de edad, obtenidos del Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS). Las mediciones biométricas <i>in vivo</i>, tomadas antes de la alimentación a las 08:00 horas, incluyeron altura a la cruz (ACR), altura al anca (AAA), longitud del cuerpo (LC), longitud diagonal del cuerpo (LCD) y profundidad de la costilla (PC), registradas en centímetros. Para el AID, se tomaron cinco fotografías de cada animal con un teléfono inteligente de 12 megapíxeles, seleccionando la mejor imagen para su procesamiento con el software ImageJ versión 1.54g. El grado de asociación entre ambos tipos de mediciones se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados mostraron que la LC <i>in vivo</i> fue de 43.00 ± 4.07 cm y por AID de 42.40 ± 4.74 cm. La LCD tendió a sobreestimarse por AID (53.17 ± 5.02 cm) en comparación con las mediciones <i>in vivo</i> (51.00 ± 4.19 cm). Los valores de profundidad de la costilla fueron similares en ambas metodologías (32.24 ± 2.90 cm <i>in vivo</i> y 31.91 ± 2.99 cm por AID). Se encontró una alta correlación entre las mediciones de LC, ACR, AAA y PC obtenidas <i>in vivo</i> y por AID ($0.93 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$). La LCD y LCD_AID presentaron una asociación moderada ($r=0.77$; $P > 0.05$). Las correlaciones observadas en este estudio (de moderadas a altas: $0.77 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$) sugieren que el AID es una alternativa viable para la caracterización morfométrica en ovinos. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que resaltan la concordancia entre las mediciones biométricas y las obtenidas por análisis de imágenes digitales. Se concluye que los métodos de procesamiento de imágenes tienen el potencial de mejorar la precisión y eficacia de las mediciones corporales en la ganadería ovina.
Palabras claves de la Tesis:	Canal, Ovinos de pelo, fotografía digital
Referencias citadas:	Arce-Recinos, C., Ramos-Juárez, J. A., Hernández-Cázares, A. S., Crosby-Galván, M. M., Alarcon-Zuniga, B., Miranda-Romero, L. A., ... & Chay-Canul, A. J. (2022). Interplay between feed efficiency indices, performance, rumen fermentation parameters, carcass characteristics and meat quality in Pelibuey lambs. <i>Meat Science</i>, 183, 108670. Araújo Filho, J. T., Costa, R., Fraga, A., Sousa, W., Gonzaga Neto, S., Batista, A. S., & Cunha, M. D. G. (2007). Efeito de dieta e genótipo sobre medidas morfométricas e não constituintes da carcaça de cordeiros deslanados terminadas em confinamento. <i>Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal</i>, 8(4). Bautista-Díaz, E., Mezo-Solis, J. A., Herrera-Camacho, J., Cruz-Hernández, A., Gomez-Vazquez, A., Tedeschi, L. O., ... & Chay-Canul, A. J. (2020). Prediction of Carcass Traits of Hair Sheep Lambs Using Body Measurements. <i>Animals</i>, 10(8), 1276. Bautista-Díaz, E., Salazar-Cuytun, E. R., Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R. A., Piñeiro-Vázquez, A. T., Magaña-Monforte, J. G., Tedeschi, L. O., Cruz-Hernández, A., & Gómez-Vázquez, A. (2017). Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. <i>Small Ruminant Res.</i>, 147, 115–119. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.037.

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia. Para mis padres principalmente MARGARITO y YESENIA, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Mis hermanos que me han ayudado en todo momento para que pudiera continuar todo tipo de apoyo se agradece sin importa que tan pequeño sea mientras te ayuda a avanzar.

AGRADECIMIENTOS

Primero y como más importante, me gustaría agradecer sinceramente a mi director y tutor de Tesis, Dr, ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL, su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación. Él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como MVZ.

Agradezco a mis docentes de la Escuela, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al tutor de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los habitantes de la comunidad por su valioso aporte para mi investigación.

Agradezco a Dios por bendecirme en la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

CONTENIDO

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
1.- Introducción	1
2 Antecedentes	3
2.1. Ganadería ovina en el mundo	3
2.2 Ganadería ovina en México	4
2.3 Ganadería de precisión y monitoreo de peso	5
2.4 Medidas biométricas	6
3. Justificación	8
4. Preguntas de investigación	9
5. Hipótesis	10
6. Objetivos General	11
7. Objetivos específicos	12
8. Metodología	13
8.1 Localización	13
8.2 Mediciones biométricas <i>in vivo</i>	13
8.3 Mediciones biométricas determinadas por análisis de imagen digital	14
8.4 Análisis estadístico	15
9. Resultados	16
10. Discusión	19

11. Conclusiones y recomendaciones	22
12. Referencias citadas.....	23

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores mínimos y máximo de las mediciones biométricas in vivo por análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly. 17

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre mediciones biométricas in vivo por análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly. 18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medidas biométricas registradas *in vivo* y por análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly.

15

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo determinar la relación entre las medidas biométricas *in vivo* y las obtenidas mediante análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly. Se utilizaron 35 ovinos machos Black belly de tres a seis meses de edad, obtenidos del Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS). Las mediciones biométricas *in vivo*, tomadas antes de la alimentación a las 08:00 horas, incluyeron altura a la cruz (ACR), altura al anca (AAA), longitud del cuerpo (LC), longitud diagonal del cuerpo (LCD) y profundidad de la costilla (PC), registradas en centímetros. Para el AID, se tomaron cinco fotografías de cada animal con un teléfono inteligente de 12 megapíxeles, seleccionando la mejor imagen para su procesamiento con el software ImageJ versión 1.54g. El grado de asociación entre ambos tipos de mediciones se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados mostraron que la LC *in vivo* fue de 43.00 ± 4.07 cm y por AID de 42.40 ± 4.74 cm. La LCD tendió a sobreestimarse por AID (53.17 ± 5.02 cm) en comparación con las mediciones *in vivo* (51.00 ± 4.19 cm). Los valores de profundidad de la costilla fueron similares en ambas metodologías (32.24 ± 2.90 cm *in vivo* y 31.91 ± 2.99 cm por AID). Se encontró una alta correlación entre las mediciones de LC, ACR, AAA y PC obtenidas *in vivo* y por AID ($0.93 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$). La LCD y LCD_AID presentaron una asociación moderada ($r=0.77$; $P>0.05$). Las correlaciones observadas en este estudio (de moderadas a altas: $0.77 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$) sugieren que el AID es una alternativa viable para la caracterización morfométrica en ovinos. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que resaltan la concordancia entre las mediciones biométricas y las obtenidas por análisis de imágenes digitales. Se concluye que los métodos de procesamiento de imágenes tienen el potencial de mejorar la precisión y eficacia de las mediciones corporales en la ganadería ovina.

Fuentes

Palabra clave: Canal, Ovinos de pelo, fotografía digital

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

ABSTRACT

This study aimed to determine the relationship between *in vivo* biometric measurements and those obtained by digital image analysis (DIA) in Black Belly sheep. Thirty-five male Black belly sheep, aged 3 to 6 months, obtained from the Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS), were used. *In vivo* biometric measurements, taken before feeding at 08:00 hours, included wither height (WH), rump height (RH), body length (BL), diagonal body length (DBL), and rib depth (RD), all recorded in centimeters. For DIA, five photographs of each animal were taken with a 12-megapixel smartphone, and the best image was selected for processing with ImageJ software version 1.54g. The degree of association between both types of measurements was evaluated using Pearson's correlation coefficient. Results showed that *in vivo* BL was 43.00 ± 4.07 cm and by DIA was 42.40 ± 4.74 cm. DBL tended to be overestimated by DIA (53.17 ± 5.02 cm) compared to *in vivo* measurements (51.00 ± 4.19 cm). Rib depth values were similar in both methodologies (32.24 ± 2.90 cm *in vivo* and 31.91 ± 2.99 cm by DIA). A high correlation was found between BL, WH, RH, and RD measurements obtained *in vivo* and by DIA ($0.93 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$). DBL and DBL_AID showed a moderate association ($r = 0.77$; $P > 0.05$). The observed correlations in this study (moderate to high: $0.77 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$) suggest that DIA is a viable alternative for morphometric characterization in sheep. These findings align with previous studies highlighting the concordance between biometric measurements and those obtained by digital image analysis. It is concluded that image processing methods have the potential to improve the precision and efficacy of body measurements in sheep farming.

Keyword: Carcass, Hair sheep, digital photography.

1.- Introducción

Se ha establecido que la determinación del peso corporal (PV) es uno de los métodos más precisos para determinar el crecimiento y desempeña un papel importante en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones de manejo del ganado (Wishart et al., 2017; Nir et al., 2018). La determinación del PV en el ganado mediante el análisis de imágenes es un área de investigación emergente, dado que es posible medir automáticamente las dimensiones de las imágenes de un animal y utilizar ecuaciones de predicción para establecer la relación entre ellas y el PV (Morota et al., 2018).

En este sentido, el enfoque más utilizado es el uso de imágenes basadas en las zonas laterales y superiores que proporcionan diferentes medidas corporales como la altura de la cruz, altura de la grupa, longitud del cuerpo, longitud diagonal del cuerpo, profundidad de la grupa, profundidad del pecho, anchura del pecho, anchura del tórax, anchura del abdomen, altura dorsal, entre otras que pueden correlacionarse con el PV (Kongsro, 2014; Gomes et al., 2016; Morota et al., 2018).

En la búsqueda de métodos alternativos para la estimación del PV en animales, se ha sugerido el uso de mediciones biométricas (MB) (Bautista-Díaz et al., 2017; Chay-Canul et al., 2019; Canul-Solís et al., 2020). Algunos autores han informado de que la medición manual de la MB de los animales son tareas que consumen mucho tiempo y son estresantes tanto para el ganadero como para el animal (Nir et al., 2018; O' Leary et al., 2020).

Recientemente se ha aplicado el uso de análisis de imagen digital (AID) para determinar las MBs y el PV del ganado vacuno (Ozkaya y Bozkurt, 2008; Ozkaya, 2012; Gomes et al., 2016; Yan et al., 2019). Sin embargo, en razas ovinas, el uso de AID para predecir sus MBs, PV y tamaño corporal es limitado y no se ha utilizado en situaciones de granja (Na Zhang et al., 2018).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio será determinar la relación entre las medidas biométricas *in vivo* y las determinadas por análisis de imagen digital en ovinos de raza Black belly.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

2 Antecedentes

Se han reportado diversas técnicas para medir o estimar el PV del ganado como alternativas al uso de básculas de peso, que sigue siendo el método más preciso utilizado por los pequeños productores, pero consume mucho tiempo. Además, se trata de un manejo estresante que en algunos casos conlleva pérdidas temporales de peso de los animales debido a las operaciones al manejo, que implican grandes periodos de ayuno y privación de agua derivados de la sujeción de las ovejas en corrales de manejo y estas pérdidas pueden ser de 1.8 a 2.9 kg o de 3.5 a 5.6% de PV (Wishart et al., 2017; Chay-Canul et al. 2019).

Además, se ha informado que, en condiciones tropicales, los sistemas de producción ovina se caracterizan por bajos insumos, y se utilizan principalmente razas ovinas de pelo. En comparación con las razas de lana, las razas ovinas de pelo son pequeñas, con una tasa de crecimiento lenta y una pobre conformación muscular (Chay-Canul et al., 2016). Por lo tanto, es importante desarrollar métodos alternativos y prácticos que sean de bajo costo y fáciles de implementar para los sistemas de apoyo a la toma de decisiones.

2.1. Ganadería ovina en el mundo

De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), del 2004 a 2018 la producción ovina en el mundo tuvo un crecimiento equivalente al 11.98%. Sin embargo, existen tendencias diferentes entre diversas partes del mundo. África y Asia son los mayores productores de rebaños ovinos con el 70%, seguido de Europa y Oceanía. América es el continente en el que existe la menor cantidad de ovinos, con aproximadamente

7.2% de la población mundial (FAO 2018). En el caso de América, Brasil, Argentina, Bolivia, Perú y México son los principales productores de rebaños ovinos.

2.2 Ganadería ovina en México

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020), del año 2004 al 2020, en México la cantidad de cabezas de ovinos ha tenido un incremento en los últimos años. En México, la producción ovina es reconocida como una actividad importante dentro del sector ganadero, debido a la demanda de sus productos en lugares como Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. No obstante, la producción ovina sigue dependiendo en gran medida de la importación (SIAP, 2024). La distribución de los rebaños más importantes se encuentra en el estado de México con 14% seguido de Hidalgo, Veracruz, zacatecas (Bobadilla Soto et al., 2021).

La ovinocultura en México es una actividad pecuaria que es desarrollada en su mayoría bajos sistemas extensivos, también denominado tradicional o actualmente también llamada ovinocultura social. Aunque también se cuenta con sistemas de producción mixtos o semi intensivos e intensivos (Herrera Haro et al., 2019). Sin embargo, hay que destacar que la capacidad de producción, el manejo de recursos y el nivel de tecnología son muy diversos a lo largo del territorio nacional (Espejel-García et al., 2015).

Se puede señalar que uno de los problemas que aquejan a la producción ovina nacional desde hace muchos años es la baja productividad de los rebaños. Reportes indican que se sacrifican el 32.8% de la población ovina (Mondragón-Ancelmo et al., 2012). Por otro lado, la mayor parte de la producción para consumo se destina

a elaborar barbacoa y en menor medida cortes finos (Mondragón-Ancelmo et al., 2012). En México existe una demanda insatisfecha de ovinos para su consumo, por lo cual, se ha convertido en un país importador.

2.3 Ganadería de precisión y monitoreo de peso

La ganadería de precisión permite un control más conciso sobre la alimentación de los animales, lo que puede influir directamente en su peso corporal. Souza et al. (2009), mencionan que, mediante el uso del peso de los animales los ganaderos pueden ajustar las dietas de estos, según sus necesidades nutricionales específicas, lo que puede conducir a un aumento o una reducción del peso corporal, según sea necesario. Así mismo la salud de los animales es un factor clave que afecta su peso corporal. De acuerdo con Castro et al. (2012), con la ganadería de precisión (GPP), los ganaderos pueden monitorear de cerca la salud de los animales mediante sensores y dispositivos de seguimiento. La detección temprana de enfermedades o problemas de salud permite una intervención rápida, lo que puede prevenir la pérdida de peso y mantener un crecimiento saludable. Por otro lado, el monitoreo periódico del peso proporciona datos detallados sobre el crecimiento y la reproducción de los animales. Silva et al. (2006), mencionan que esto permite a los ganaderos tomar decisiones sobre el manejo del rebaño, como la selección de animales para la reproducción o la identificación de aquellos que necesitan ajustes en su alimentación o manejo para optimizar su crecimiento y peso corporal.

También mejora la eficiencia de la conversión alimenticia: al optimizar la alimentación y el manejo de los animales. Esto significa que los animales pueden convertir el alimento consumido en peso corporal de manera más eficiente, lo que puede resultar en un aumento del peso corporal en menos tiempo o con menos alimento (Arce-Recinos et al., 2022). Por otro lado, el manejo continuo de los animales para monitoreo y para obtener información puede ocasionar estrés, lo que

puede afectar negativamente el peso corporal y el crecimiento de los animales (Araújo Filho et al., 2007). Furusho García et al. (2009), concluyeron que la ganadería de precisión permite a los ganaderos monitorear el bienestar de los animales y detectar signos de estrés temprano. Al minimizar el estrés y proporcionar un ambiente de crianza óptimo, los animales pueden alcanzar su potencial genético máximo de crecimiento y peso corporal.

En resumen, la ganadería de precisión tiene una influencia significativa al permitir un manejo más preciso y eficiente del rebaño (Grandis et al., 2015). Al optimizar la alimentación, monitorear la salud, gestionar el crecimiento y mejorar el bienestar animal, lo que se traduce en una producción más rentable y sostenible.

2.4 Medidas biométricas

En los últimos años, se ha explorado el uso de medidas biométricas como una alternativa no invasiva y eficiente para predecir el peso vivo (Gomes et al. 2021). Las medidas biométricas se refieren a las características físicas o morfológicas de un animal que pueden medirse de manera no invasiva. Estas medidas pueden incluir dimensiones lineales. La relación entre las medidas biométricas con características del cuerpo de los animales se establece mediante el análisis de modelos estadísticos (Ribeiro et al. 2007) Estos modelos se basan en conjuntos de datos que contienen información sobre las medidas biométricas de los animales y los valores reales o características obtenidas a través de métodos tradicionales. Mediante técnicas de regresión y clasificación, los modelos se entrenan para predecir características como el peso vivo utilizando las medidas biométricas como variables de entrada (Tedeschi 2019). Los resultados de estudios preliminares han demostrado una relación entre las medidas biométricas y el peso vivo de los ovinos. La circunferencia del pecho se ha asociado positivamente con la cantidad de

músculo y grasa corporal, lo que sugiere que los animales con un mayor diámetro torácico tienden a tener una mayor masa muscular y grasa. Del mismo modo, la altura a la cruz y la longitud del cuerpo también se han utilizado para predecir la masa muscular en ovinos (Souza et al. 2019).

Dentro de las mediciones *in vivo*, las mediciones biométricas han demostrado ser una herramienta que se utiliza para la predicción de características de importancia a un bajo costo (Bautista-Díaz et al. 2020). Sin embargo, esta metodología presenta limitaciones por la variación en la precisión de las medidas. Por otro lado, estas limitaciones pueden ser contrarrestadas con la correcta identificación y ubicación de los puntos de referencia. Otra de las ventajas, es que los datos pueden fácilmente medirse a un número amplio de animales en el campo (Scholz et al. 2015). Por ejemplo, se han realizado estudios para evaluar la relación entre las medidas corporales y las características de la canal de corderos (Bautista-Díaz et al. 2020), no obstante, existen pocos estudios orientados a ovinos de pelo. Sin embargo, las mediciones biométricas han demostrado ser una opción para mejorar las predicciones del peso en los animales ya que son técnicas que se han establecido como las preferidas, debido a que no son invasivas (Rodríguez-Valenzuela et al. 2017).

3. Justificación

En el contexto actual de los sistemas de producción animal, es imperativo integrar las tecnologías contemporáneas en los procesos de toma de decisiones, con el objetivo primordial de mejorar la productividad. En las últimas décadas, se han desarrollado metodologías y herramientas automatizadas, no invasivas, fáciles de usar y económicamente eficientes con el objetivo de promover la aplicación de la ganadería de precisión, incluida la producción piscícola (Karakatsouli et al., 2025).

El desarrollo de métodos automatizados y eficientes para estimar el PV de los animales de granja es de gran importancia para mejorar el rendimiento de las granjas y promover su avance tecnológico hacia sistemas de producción animal inteligentes (Karakatsouli et al., 2025; Onal, 2025).

Se ha reportado que el uso de algunas medidas biométricas como una alternativa no invasiva y eficiente para predecir el peso vivo (Gomes et al. 2021). Así mismo, los resultados de estudios preliminares han demostrado una relación entre las medidas biométricas y el peso vivo de los ovinos. Entre estas medidas, el perímetro torácico es una de las medidas con mayor asociación al PV (Souza et al. 2019).

Por otro lado, en forma general, para determinar las medidas corporales de los ovinos se utiliza el método de medición clásico. Sin embargo, las mediciones realizadas con métodos tradicionales suelen ser difíciles, requieren mucho tiempo y a menudo arrojan resultados cuestionables (Chay-Canul et al., 2023; Onal, 2025). El objetivo de este estudio es comparar las medidas corporales de ovinos Black belly obtenidas *in vivo* y las obtenidas por análisis de imagen digital.

4. Preguntas de investigación

¿Las mediciones biométricas por análisis de imagen digital tienen relación con las medidas biométricas determinadas *in vivo* en ovinos Black belly?

5. Hipótesis

Las medidas biométricas *in vivo* y las determinadas por análisis de imagen digital en ovinos Black belly presentarán una alta concordancia.

6. Objetivos General

Determinar la relación entre las medidas biométricas *in vivo* y las determinadas por análisis de imagen digital en ovinos Black belly.

7. Objetivos específicos

Determinar la relación entre las medidas biométricas *in vivo* y las determinadas por análisis de imagen digital en ovinos Black belly.

Determinar la concordancia de las medidas biométricas *in vivo* y las determinadas por análisis de imagen digital en ovinos Black belly.

8. Metodología

8.1 Localización

Los animales se manejaron de acuerdo con los lineamientos y reglamentos para la experimentación animal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Los datos y las imágenes digitales se obtuvieron de 35 ovinos machos de la raza Black belly con edad de 3 a 6 meses y con buen estado de salud, los cuales fueron obtenidos del Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS). Los animales se alojaron en jaulas de piso elevado y alimentadas en dos grupos de 15 y 20 animales, respectivamente.

8.2 Mediciones biométricas *in vivo*

Las mediciones biométricas (MB) individuales se tomaron antes de la alimentación a las 08:00 horas, considerando las MB descritas por Bautista-Díaz et al. (2020). Para ello, la altura a la cruz (ACR) se midió desde el punto más alto sobre las escápulas, verticalmente al suelo. La altura al anca (AAA) medida de la punta lateral del ala del ilion al suelo. La longitud del cuerpo (LC) se midió como la distancia entre el punto dorsal de las escápulas y el punto ventral del hueso coxal. La longitud diagonal del cuerpo (LCD) se determinó como la distancia entre el punto ventral del hueso coxal y el punto craneal del hombro y, por último, la profundidad de la costilla (PC) se midió verticalmente desde el punto más alto sobre las escápulas hasta el punto final de la costilla (en el esternón). Todas las MB se registraron en centímetros (cm). Para las mediciones se utilizó una cinta de fibra de vidrio flexible y una forcípula de 65 cm. Además, los animales se pesaron utilizando una báscula digital (Modelo EQB, Torrey, México). El peso corporal y las MB se tomaron de los animales mientras estaban de pie.

8.3 Mediciones biométricas determinadas por análisis de imagen digital

Para la captura de las imágenes se utilizó un teléfono inteligente con cámara frontal de 12 megapíxeles. Las imágenes se tomaron en la mañana. Las imágenes se guardaron y luego se transfirieron a una computadora para su procesamiento utilizando el software ImageJ versión 1.54g (<https://imagej.nih.gov/ij/index.html>).

La cámara se ajustó a una calidad estándar y se utilizó una regla de 12 cm para la calibración de cada imagen según lo descrito por Chay-Canul et al. (2023). Se tomaron cinco fotografías de cada animal. Se selecciono la mejor imagen utilizando el criterio de que el animal debe de estar dentro de un área rectangular establecida y que la imagen tenga una buena resolución (clara y estable), tal como describen Chay-Canul et al. (2023). Las imágenes se midieron manualmente con el software ImageJ ver. 1.54g (<https://imagej.nih.gov/ij/index.html>).



Figura 1. Medidas biométricas *in vivo* por análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly.

8.4 Análisis estadístico

El grado de asociación entre las medidas biométricas *in vivo* y las determinadas por análisis de imagen digital se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Para todos los cálculos y gráficos se utilizó el entorno de programación R (R Core Team, 2024), versión 4.0.0.

9. Resultados

En el Cuadro 1 se presentan las estadísticas descriptivas de las mediciones biométricas *in vivo* por análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly. Se observó que el largo del cuerpo (LC) *in vivo* fue de 43.00 ± 4.07 cm, mientras que el obtenido por AID fue de 42.40 ± 4.74 cm. Mientras que, el largo en diagonal tendió a sobreestimarse mediante AID (51.00 ± 4.19 cm *in vivo* frente a 53.17 ± 5.02 cm en AID). De igual manera para las mediciones como profundidad de la costilla, los valores obtenidos mediante ambas metodologías fueron similares (32.24 ± 2.90 cm *in vivo* y 31.91 ± 2.99 cm por AID).

El LC, las alturas a la cruz (ACR), al anca (AAA) y la profundidad de la costilla (PC) presentaron una alta relación con sus determinaciones por AID ($0.93 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$). No obstante, el LCD y el LCD_{IAD} presentaron una moderada asociación ($r = 0.77$; $P > 0.05$) como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Valores mínimos y máximo de las mediciones biométricas *in vivo* por análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly.

Variable	Descripción	Media	DE	Mínimo	Máximo
PV	Peso vivo (kg)	30.19	5.37	16.65	45.90
LC	Largo del cuerpo (cm)	43.00	4.07	35.00	50.00
LCD	LC en diagonal cm)	51.00	4.19	46.00	64.00
ACR	Altura a la cruz (cm)	65.59	4.09	59.00	74.00
AAA	Altura al anca (cm)	65.65	4.85	54.00	77.00
PC	Profundidad de la costilla (cm)	32.24	2.90	26.00	39.00
LC_AID	LC por AID (cm)	42.40	4.74	32.59	49.94
LCD_AID	LCD por AID (cm)	53.17	5.02	46.02	64.49
ACR_AID	ACR por AID (cm)	65.52	3.92	57.24	73.02
AAA_AID	AAA por AID (cm)	64.88	5.08	52.68	76.31
PC_AID	PC por AID (cm)	31.91	2.99	25.38	38.58

DE: Desviación estándar

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre mediciones biométricas *in vivo* por análisis de imagen digital (AID) en ovinos Black belly.

	PV	LC	LCD	ACR	AAA	PC	LC_AID	LCD_AID	ACR_AID	AAA_AID	PC_AID
PV	1.00										
LC	0.64**	1.00									
LCD	0.07 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	1.00								
ACR	0.68**	0.53**	0.30 ^{ns}	1.00							
AAA	0.64**	0.57**	0.13 ^{ns}	0.78**	1.00						
PC	0.12 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.43*	0.33 ^{ns}	0.28 ^{ns}	1.00					
LC_AID	0.55**	0.95**	-0.26 ^{ns}	0.40**	0.50*	0.11 ^{ns}	1.00				
LCD_AID	0.04 ^{ns}	-0.26 ^{ns}	0.77**	0.10 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.07 ^{ns}	-0.37*	1.00			
ACR_AID	0.68**	0.57**	0.21 ^{ns}	0.95**	0.79**	0.34*	0.44*	0.02 ^{ns}	1.00		
AAA_AID	0.69**	0.59**	0.03 ^{ns}	0.73**	0.93**	0.20 ^{ns}	0.56**	-0.08 ^{ns}	0.71**	1.00	
PC_AID	0.16 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.44*	0.37*	0.33 ^{ns}	0.99**	0.15 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.38*	0.25	1.00

Ns: no significativo; *: P<0.05; **:P<0.001

10. Discusión

La predicción precisa del peso vivo en ganado es fundamental para la optimización de la producción ganadera (Gonçalves et al., 2025). Así mismo, la medición del peso de los animales de granja es esencial para controlar su estado nutricional y de salud, lo que repercute significativamente en la eficiencia productiva y económica de los sistemas de producción (Gonçalves et al., 2025). Souza et al. (2019), destaca mediciones biométricas como, el perímetro torácico y la longitud corporal como indicadores importantes del peso vivo en diferentes especies. Por otro lado, en la última década, algunos estudios han demostrado que el peso corporal puede predecirse utilizando tecnologías desarrolladas y aplicadas por el análisis y el procesamiento de imágenes para la predicción del peso corporal utilizando mediciones morfométricas; además, estos estudios se han aplicado con éxito en diferentes especies animales (Cunha et al., 2024). Estos avances tecnológicos han permitido evaluar el peso corporal y la puntuación en escala de la condición corporal mediante técnicas de imagen, haciendo el proceso sea más rápido, preciso y no invasivo (Gonçalves et al., 2025).

En ese sentido el análisis de imágenes digitales ofrece una alternativa con mayor potencial de precisión. Yan et al. (2019), en su trabajo con yaks, demuestran la capacidad de esta técnica para extraer mediciones precisas de mediciones corporales estrechamente correlacionadas con el peso vivo.

En el presente estudio, se observaron correlaciones de moderadas altas ($0.77 \leq r \leq 0.99$, $P < 0.001$) entre las mediciones *in vivo* y las obtenidas por AID, lo que sugiere que esta metodología puede ser una alternativa viable para la caracterización morfométrica en ovinos. Lo que concuerda con lo reportado por Ozkaya et al. (2012) y Rashid et al. (2015), donde resaltan la concordancia que tienen las mediciones biométricas con las mediciones obtenidas de análisis de imágenes digitales. Estos

resultados demuestran la capacidad de las imágenes digitales para capturar detalles morfológicos con alta precisión.

De igual forma, Onal (2025) en ovinos Turkgedli, al evaluar las medidas corporales obtenidas *in vivo* y por medio de imagen digital, reportó que las medidas de ACR obtenidas *in vivo* oscilaron entre 60.00 cm y 68.00 cm, mientras que las obtenidas por AID oscilaron entre 63.00 cm y 72.00 cm. Este autor reporta que, aunque hubo una diferencia de 4.05% en las medidas de ACR entre los dos métodos, se encontró una correlación alta y significativa entre estos dos métodos ($r=0.92$; $P<0.001$). Lo que concuerda con lo reportado en el presente estudio en ovinos Black belly. Así mismo, Onal (2025) informó de que la diferencia entre los dos métodos para AAA fue de un 4.01%, y el valor de r de 0.83 ($P<0.01$). Además, la diferencia proporcional entre ambos métodos para las mediciones de PC fue de un 3.70%, pero el r fue de 0.61 ($P<0.05$). Para el caso del LC, las diferencias proporcionales entre el tipo de mediciones fueron de alrededor del 3.03%, y tuvieron un r de 0.94 ($P<0.01$). También, Chay-Canul et al. (2023) en ovejas Pelibuey reportaron que las medidas determinadas *in vivo* y por AID estuvieron moderadamente correlacionadas ($P < 0.05$) con valores de 0.43, 0.66, 0.73, y 0.75 para LC, LCD, ACR, y PC, respectivamente.

También, Goncalves et al. (2025) observaron correlaciones positivas y significativas entre todas las características morfométricas extraídas de las imágenes y el peso corporal. Estos autores reportan que el LC, la anchura del pecho y PC mostraron las correlaciones más altas con el peso corporal ($r > 0.90$) y lo atribuyen a que estas están estrechamente relacionadas con el volumen corporal del animal, que a su vez está fuertemente asociado con el peso corporal. De forma similar, para cabras Saanen en lactación, Pesmen y Yardimci (2008) observaron que LC y PC mostraban una alta correlación con el PV ($r > 0.70$).

Por otro lado, Lasfeto y DaudLetik (2017) informaron que, para obtener las dimensiones y el peso corporales correctos de los animales, es fundamental realizar comprobaciones de calidad de la imagen y métodos de calibración utilizadas para el análisis. Los valores de píxel de la imagen de un animal afectan en gran medida a los valores reales de peso y longitud corporales.

En el presente estudio se observó que los métodos de imagen pueden utilizarse para determinar las medidas corporales de ovinos Black belly. La relación entre los dos métodos de medición (*in vivo* vs AID) fue de moderada a alta y estadísticamente significativa para todos los puntos de medición. La discrepancia observada entre los dos métodos para medir el LCD puede atribuirse a la posición del animal y al tono dorsal y ventral (es decir, al grado de tensión o firmeza de los músculos del cuerpo en esas regiones) de estos. Los resultados de este estudio indican que las metodologías análisis de imagen digital o procesamiento de imágenes pueden ser una opción viable a las técnicas de medición convencionales. Además, la comparación entre ambos métodos mostró la importancia de utilizar tecnologías avanzadas en las prácticas de gestión de los sistemas de producción pecuaria. La incorporación de técnicas análisis de imagen digital o procesamiento de imágenes podría permitir a ganaderos e investigadores obtener datos más fiables para la investigación y los procesos de toma de decisiones relacionados con la industria.

11. Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, este estudio contribuye a demostrar el potencial de los métodos de procesamiento de imágenes para mejorar la precisión y eficacia de las mediciones corporales en la ganadería ovina. Se requieren más investigaciones que exploren otras aplicaciones de esta tecnología y abordar los problemas que aún dificultan su aplicación en condiciones de campo y su aplicación práctica y no solo experimental.

12. Referencias citadas

- Arce-Recinos, C., Ramos-Juárez, J. A., Hernández-Cázares, A. S., Crosby-Galván, M. M., Alarcon-Zuniga, B., Miranda-Romero, L. A., ... & Chay-Canul, A. J. (2022). Interplay between feed efficiency indices, performance, rumen fermentation parameters, carcass characteristics and meat quality in Pelibuey lambs. *Meat Science*, 183, 108670.
- Araújo Filho, J. T., Costa, R., Fraga, A., Sousa, W., Gonzaga Neto, S., Batista, A. S., & Cunha, M. D. G. (2007). Efeito de dieta e genótipo sobre medidas morfométricas e não constituintes da carcaça de cordeiros deslanados terminadas em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 8(4).
- Bautista-Díaz, E., Mezo-Solis, J. A., Herrera-Camacho, J., Cruz-Hernández, A., Gomez-Vazquez, A., Tedeschi, L. O., ... & Chay-Canul, A. J. (2020). Prediction of Carcass Traits of Hair Sheep Lambs Using Body Measurements. *Animals*, 10(8), 1276.
- Bautista-Díaz, E., Salazar-Cuytun, E. R., Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R. A., Piñeiro-Vázquez, A. T., Magaña-Monforte, J. G., Tedeschi, L. O., Cruz-Hernández, A., & Gómez-Vázquez, A. (2017). Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. *Small Ruminant Res.*, 147, 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.037>.
- Bobadilla-Soto, E. E., Ochoa-Ambriz, F., & Perea-Peña, M. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. *Agronomía Mesoamericana*, 963-982.

- Canul-Solis, J., Angeles-Hernandez, J. C., García-Herrera, R. A., del Razo-Rodríguez, O. E., Lee Rangel, H. A., Piñeiro-Vazquez, A. T., ... & Chay-Canul, A. J. (2020). Estimation of body weight in hair ewes using an indirect measurement method. *Tropical Animal Health and Production*, 52(5), 2341-2347.
- Castro, F. A. B., Ribeiro, E. L. A., Koritiaki, N. A., Mizubuti, I. Y., Silva, L. D. D. F., Pereira, E. S., et al. (2012). Desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame filhos de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de energia. *Semina Cienc Agrar.*, 33(Suppl 2), 3379–3388.
- Chay-Canul, A. J., Tapia-González, J., Canul-Solís, J. R., Casanova-Lugo, F., Piñeiro-Vázquez, Á. T., Portillo-Salgado, R., ... & Vargas-Bello-Pérez, E. (2023). Predictive biometrics of hair sheep through digital imaging. *Veterinaria México OA*, 10.
- Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R. A., Salazar-Cuytún, R., Ojeda-Robertos, H. F., Cruz-Hernández, A., Fonseca, M. A., & Canul-Solís, J. R. (2019). Development and evaluation of equations to predict body weight of Pelibuey ewes using heart girth. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 10, 767-777. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4911>.
- Chay-Canul, A. J., Magaña-Monforte, J. G., Chizzotti, M. L., Piñeiro-Vázquez, Á. T., Canul-Solís, J. R., Ayala-Burgos, A. J., & Ku-Vera, J. C., Tedeschi, L. O. (2016). Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. *Review. Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 7, 105–125.
- Cunha, A. C. R., Antunes, R. C., da Costa, W. G., Rebouças, G. F., Leite, C. D. S., & do Carmo, A. S. (2024). Body weight prediction in crossbred pigs from digital images using computer vision. *Livestock Science*, 282, 105433.

- Espejel-García, A., Barrera-Rodríguez, A. I., Rodríguez-Moreno, A., & de Lourdes Santiago-Vargas, M. (2015). Caracterización de los productores y dinámica de adopción de innovación en el municipio de Villa Victoria, Estado de México. *Ra Ximhai*, 11(5), 17-34.
- FAO. (2018). FAOSTAT: Statistics division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available from: <http://faostat.fao.org/>.
- Furusho Garcia, I. F., OlalquiagaPerez, J. R., Pereira, I. G., Rodrigues Costa, T. I., & Martins, M. O. (2009). Estudo alométrico dos tecidos da carcaça de cordeiros Santa Inês puros ou mestiços com Texel, Ile de France e Bergamácia. *Rev Bras Zootec.*, 38(3), 539-546.
- Gomes, M. B., Neves, M. L. M. W., Barreto, L. M. G., Ferreira, M. de A., Monnerat, J. P. I. dos S., Carone, G. M., ... & Vêras, A. S. C. (2021). Prediction of carcass composition through measurements in vivo and measurements of the carcass of growing Santa Inês sheep. *Plos One*, 16(3), e0247950.
- Gomes, R. A., Monteiro, G. R., Assis, J. G. F., Busato, K. C., Ladeira, M. M., & Chizzotti, M. L. (2016). Technical note: Estimating body weight and body composition of beef cattle through digital image analysis. *J. Anim. Sci.*, 94, 5414-5422. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0797>.
- Gonçalves, M. A., Castro, M. S. M., Carrara, E. R., Raineri, C., Rennó, L. N., & Schultz, E. B. (2025). Prediction of Weight and Body Condition Score of Dairy Goats Using Random Forest Algorithm and Digital Imaging Data. *Animals*, 15(10), 1449.
- Grandis, F. A., Ribeiro, E. L. A., Mizubuti, I. Y., da Silva, L. D. F., Bumbieris Junior, V. H., do Prado, O. P. P., et al. (2015). Performance, nutrient intake and

- ingestive behavior of lambs fed with different levels of soybean cake in replacement of soybean meal. *Rev Bras Saude Prod Anim.*, 16(3), 558-570.
- Herrera Haro, J. G., Álvarez Fuentes, G., Bárcena Gama, R., & Núñez Aramburu, J. M. (2019). Caracterización de los rebaños ovinos en el sur de Ciudad de México, México. *Acta universitaria*, 29.
- Karakatsouli, N., Mavrommati, M., Karellou, E. I., Glaropoulos, A., Batzina, A., & Tzokas, K. (2025). Morphometric traits from images accurately estimate body weight of intensively reared European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Applied Aquaculture*, 1-15.
- Kongsro, J. (2014). Estimation of pig weight using a Microsoft Kinect prototype imaging system. *Comput. Electron. Agric.*, 109, 32–35.
- Lasfeto, D. B., & DaudLetik, M. (2017). A measuring weight model of Timor's beef cattle based on image. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(2), 677-688.
- Mondragón-Ancelmo, J., Domínguez-Vara, I., Rebollar-Rebollar, S., Bórquez-Gastélum, J., & Hernández-Martínez, J. (2012). MARGINS OF SHEEP MEAT MARKETING IN CAPULHUAC, STATE OF MEXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 105-116.
- Morota, G., Ventura, R. V., Silva, F. F., Koyama, M., & Fernando, S. C. (2018). Big data analytics and precision animal agriculture symposium: machine learning and data mining advance predictive big data analysis in precision animal agriculture. *J. Anim Sci.*, 96, 1540-1550. <https://doi.org/10.1093/jas/sky014>.
- Na Zhang, A. L., Pei Wu, B., Xin Hua Jiang, C., Chuan Zhong Xuan, D., Yan Hua Ma, E., & Yong An Zhang, F. (2018). Development and validation of a visual

- image analysis for monitoring the body size of sheep. *J. Appl. Anim. Res.*, 46, 1004-1015. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1450257>.
- Nir, O., Parmet, Y., Werner, D., Adin, G., & Hlachmi, I. (2018). 3D Computer-vision system for automatically estimating heifer height and body mass. *Biosyst. Eng.*, 173, 4-10. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.11.014>.
- O' Leary, N., Leso, L., Buckley, F., Kenneally, J., McSweeney, D., & Shalloo, L. (2020). Validation of an Automated Body Condition Scoring System Using 3D Imaging. *Agriculture*, 10, 246. <https://doi:10.3390/agriculture10060246>.
- Onal, A. R. (2025). Estimation of body measurements of sheep by Digital Image Processing. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 77(01), e13330.
- Ozkaya, S. (2012). Accuracy of body measurements using digital image analysis in female Holstein calves. *Animal Production Science*, 52(10), 917-920.
- Ozkaya, S., & Bozkurt, Y. (2008). The relationship of parameters of body measures and body weight by using digital image analysis in pre-slaughter cattle. *Arch. Anim. Breed.*, 51, 120–128. <https://doi.org/10.5194/aab-51-120-2008>.
- Pesmen, G., & Yardimci, M. (2008). Estimating the live weight using some body measurements in Saanen goats. *Archiva zootechnica*, 11(4), 30-40.
- Rashid, M. M., Hoque, M. A., Huque, K. S., Talukder, M. A., & Bhuiyan, A. F. (2015). Morphometric characterization of Brahman crossbred cattle and prediction of live weight using linear body measurements. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 1(3), 569-577.

- Ribeiro, F., Carstens, G., Miller, R., Brown, E., & Lancaster, P. (2007). Relationships of feed efficiency with carcass and non-carcass tissue composition in Angus bulls and heifers. *Beef Cattle Research in Texas*, 121.
- Rodríguez-Valenzuela, E., Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R. A., Salazar-Cuytun, R., Piñeiro-Vázquez, Á. T., Casanova-Lugo, F., ... & Herrera-Camacho, J. (2017). Predicción del contenido de energético de la canal de ovejas Pelibuey por mediciones de ultrasonido. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(12), 543-548.
- Scholz, A. M., Bünger, L., Kongsro, J., Baulain, U., & Mitchell, A. D. (2015). Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound: invited review. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 9(7), 1250-1264.
- SIAP (2024). Detrás de la Ovinocultura: Una Mirada a la Crianza de Ovejas en México. <https://www.gob.mx/agricultura/puebla/articulos/detras-de-la-ovinocultura-una-mirada-a-la-crianza-de-ovejas-en-mexico-373412?idiom=es>
- Silva, D. C., Azevêdo, M. R., Alves, A. A., Campelo, J. E. G., Oliveira, M. E., & Malhado, C. H. M. (2006). Estimativa do peso vivo através do perímetro torácico de ovinos Santa Inês. *Rev Cient Prod Anim.*, 8(2), 41-6.
- Souza, S., Leal, A., Barioni, C., Matos, A., Moraes, J., & Araújo, M. (2009). Utilización de medidas biométricas para estimar peso vivo en ovinos. *Arch Latinoam Procuccion Animal.*, 17(3), 61-66.
- Souza, J. da S., Difante, G. do S., Neto, J. V. E., Lana, Â. M. Q., Roberto, F. F. da S., & Ribeiro, P. H. C. (2019). Biometric measurements of Santa Inês meat

- sheep reared on *Brachiaria brizantha* pastures in Northeast Brazil. PLOS ONE, 14(7), e0219343.
- Tedeschi, L. O. (2019). Mathematical modeling in ruminant nutrition: approaches and paradigms, extant models, and thoughts for upcoming predictive analytics. Journal of animal science.
- Wishart, H., Morgan-Davies, C., Stott, A. W., Wilson, R., & Waterhouse, A. (2017). Liveweight loss associated with handling and weighing of grazing sheep. Small Ruminant Res., 153, 163-170.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.06.013>.
- Yan, Q., Ding, L., Wei, H., Wang, X., Jiang, C., & Degen, A. (2019). Body weight estimation of yaks using body measurements from image analysis. Measurement, 140, 76-80.
<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.03.021>.

EDMAR DIAZ DE CELIZ

RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS in vivo Y LAS DETERMINADAS POR ANÁLISIS DE IMAGEN DIGITAL EN OVI...



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:545561918

Fecha de entrega

12 ene 2026, 1:28 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

12 ene 2026, 1:42 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS BIOMÉTRICAS in vivo Y LAS DETERMINADAS POR ANÁLISIS DE I....docx

Tamaño del archivo

856.4 KB

43 páginas

7218 palabras

38.916 caracteres

U.J.A.T.



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
JEFATURA DE ESTUDIOS TERMINALES**

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.