



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN.

**“VALORACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL MÚSCULO *LONGISSIMUS*  
*DORSI*, EN CORDEROS DE 30, 60 Y 90 DÍAS DE  
EDAD, BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE,  
USANDO EL ULTRASONIDO COMO HERRAMIENTA DE  
MEDICIÓN”.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA.

PRESENTA:

JULIETA MAGAÑA BECERRIL.

ASESORES:

MVZ. EPO. JUAN DE DIOS LEÓN ZAVALAETA.

PhD. AUGUSTO CESAR LIZARAZO CHAPARRO.

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2023.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**



**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**

**UNAM  
CUAUTITLÁN**

**DEPARTAMENTO  
DE TITULACIÓN**

**DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE**

**ATN: DRA. MARÍA DEL CARMEN VALDERRAMA BRAVO  
Jefa del Departamento de Titulación  
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

**Valoración de la profundidad del músculo Longissimus dorsi, en corderos de 30,60 y 90 días de edad, bajo un sistema de producción de leche, usando el ultrasonido como herramienta de medición.**

Que presenta la pasante: **Julieta Magaña Becerril.**

Con número de cuenta: **312063441** para obtener el título de: **Médica Veterinaria Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de marzo de 2023.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	M. en M.V.Z. Omar Salvador Flores	
<b>VOCAL</b>	M.V.Z. Gabriela Castillo Hernández	
<b>SECRETARIO</b>	M.V.Z. E.P.O. Juan de Dios León Zavaleta	
<b>1er. SUPLENTE</b>	M.V.Z. E.P.O.C. Sonia Torres Patiño	
<b>2do. SUPLENTE</b>	Dra. Sandra González Luna	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

MCVB/ntm\*

## **DEDICATORIAS.**

**A mis padres Martha, Alfonso y mi hermano Alfonso:**

**Gracias por el incondicional apoyo y amor que me brindan.**

**A mi pareja Juan:**

**Gracias por siempre estar a mi lado, no pude haber hecho nada de  
esto sin ti, te amo.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mis asesores:

**MVZ. EPO. Juan de Dios León Zavaleta.**

**PhD. Augusto Cesar Lizarazo Chaparro.**

Gracias por compartirme sus conocimientos, apoyarme en la realización de este trabajo e invadirme de grandes deseos de superación personal.

**Lucía y Katia.**

Amigas, gracias por compartir conmigo momentos tan felices durante toda la carrera académica y apoyarme con sus consejos, aún nos faltan muchas aventuras por vivir, las quiero.

**Gina, Mayra y Mario.**

Mis mejores amigos, les agradezco por motivarme a continuar y terminar con este trabajo, espero siempre contar con su amistad y sabiduría.

**Dr. Marcelino Becerril Herrera.**

Tío fuiste y serás por siempre un gran ejemplo a seguir, sé que estarías orgulloso de mí.

## ÍNDICE GENERAL.

CONTENIDO.	Página.
<b>Índice general</b>	
<b>Índice de abreviaturas</b>	
<b>I. Resumen</b>	7.
<b>II. Introducción</b>	9.
<b>III. Revisión Bibliográfica</b>	10.
<b>IV. Hipótesis</b>	26.
<b>V. Objetivo general.</b>	26.
<b>VI. Objetivos Particulares.</b>	26
<b>VII. Material y métodos</b>	27.
<b>VIII. Resultados</b>	34.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo 1, Mediciones e imágenes obtenidas <i>in vivo</i>, de PLD y EGS utilizando dos diferentes equipos de ultrasonido Chison®, SonoScape®, en corderos de 30, 45, 60, 75 y 90 días de edad</li></ul>	34.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo 2, Evaluación de la canal</li></ul>	44.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo 3, Mediciones <i>post-mortem</i></li></ul>	45.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo 4, Aplicación de fórmulas para la obtención de diámetro de ojo de chuleta.</li></ul>	47.
<b>IX. Discusión</b>	49.
<b>X. Conclusión</b>	55.
<b>XI. Perspectivas</b>	55.

### ÍNDICE DE ABREVIATURAS.

Abreviatura.	Significado.	Abreviatura.	Significado.
<b>AF1</b>	Área fórmula 1.	<b>LD</b>	<i>Longissimus dorsi.</i>
<b>AF2</b>	Área fórmula 2.	<b>PCC</b>	Peso canal caliente.
<b>AMLD</b>	Área del músculo Longissimus dorsi	<b>PCF</b>	Peso canal fría.
<b>CG</b>	Cuadrícula graduada.	<b>PLD</b>	Profundidad del músculo <i>Longissimus dorsi.</i>
<b>CHSN</b>	Chison®.	<b>PV</b>	Peso en vivo.
<b>DCH</b>	Diámetro de ojo de chuleta.	<b>SNS</b>	Sonoscape®.
<b>EF×PBY</b>	East Friesian×Pelibuey	<b>TFC</b>	Temperatura final de la canal.
<b>EGS</b>	Espesor grasa subcutánea.		

## I. RESUMEN.

El objetivo principal, fue conocer la funcionalidad de dos diferentes equipos de ultrasonido, (Chison®, Sonoscape®) para la obtención de las características *in vivo*, de profundidad del músculo *Longissimus dorsi* PLD y espesor de grasa subcutánea EGS en la zona del 12° y 13° espacio intercostal torácico, en comparación con las obtenidas *post-mortem* en canales maduradas en frío a 4°C por 24 horas. Para esto, se emplearon, 21 corderos machos enteros cruce East Friesian × Pelibuey, con edades de 30, 60 y 90 días; a cada cordero se le realizó su estudio de ultrasonido *in vivo*. En relación a los corderos que fueron matados, se utilizaron a 3 animales en cada tiempo evaluado siendo un total de 9; realizándose el estudio de ultrasonido una hora antes de la matanza; el proceso de matanza se efectuó de acuerdo a los lineamientos de la NOM-033-SAG/ZOO-2014. Por último se obtuvieron en las canales maduradas en frío, los datos de la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* PLD, el espesor de grasa subcutánea de la zona dorsal EGS, y el diámetro de ojo de la chuleta DCH.

Los resultados *in vivo*, demostraron que los dos equipos de ultrasonido presentan variaciones mínimas, en cuanto a la comparación de medias de las características de PLD y EGS en los tres tiempos evaluados; para PLD a los 30 días se obtuvieron los datos de (13.48 mm Chison®, 13.88 mm SonoScape®) y a los 90 días de edad (18.94 mm Chison®, 19.24 mm SonoScape®); en relación al EGS, se observaron resultados para los 30 días de edad de, (0.50 mm Chison®, 0.51 mm SonoScape®) y de (1.2 mm Chison®, 1.15mm SonoScape®) a los 90 días de edad. En cuanto a la comparación de las mediciones *post-mortem*, evaluando la PLD podemos observar que, a partir de los 60 días de edad las diferencias de medias son más notables (25.9



mm canal fría), en comparación con los resultados de ultrasonidos *in vivo*; para la característica de EGS de igual manera obtuvimos variaciones notables entre las medias en este rango de edad (0.77 mm canal fría). Los resultados de medias del (DCH) *post-mortem*, utilizando las tres diferentes técnicas tuvieron variaciones mínimas; (4.51cm<sup>2</sup> CG, 5.4cm<sup>2</sup> AF1, y 5.57cm<sup>2</sup> AF2) para los 30 días de edad, y de (11.18cm<sup>2</sup> CG, 12.07 cm<sup>2</sup> AF1, y 12.31cm<sup>2</sup> AF2) a los 90 días de edad.

Por último, se concluye que, los dos diferentes equipos de ultrasonido utilizados en el presente trabajo tienen una aplicación práctica como herramienta para la evaluación de las características *in vivo* de la PLD y EGS, corderos machos cruza East Friesian × Pelibuey con 30, 60 y 90 días de edad provenientes de un sistema de producción de leche. Se observó, que el uso de dos diferentes fórmulas para la obtención del DCH en canal fría, son de mejor practicidad en comparación con la técnica de cuadrícula graduada.

Palabras clave: corderos, East Friesian × Pelibuey, ultrasonido, profundidad, músculo *longissimus dorsi*, espesor grasa subcutánea, diámetro de ojo de chuleta.

## II. INTRODUCCIÓN.

El estudio de las características de la canal en ovinos permite establecer diversos parámetros, entre los cuales destacan: el rendimiento en canal, el porcentaje de la masa muscular deshuesada, el peso de los cortes primarios y secundarios, el área del músculo *Longissimus dorsi*, el espesor de la grasa dorsal, etc. (Hernández *et al.*, 2012). La utilización de herramientas que permitan mejorar la eficiencia y la calidad del producto final son necesarias, siendo la ultrasonografía una de estas, que puede ser usada en la evaluación de corderos con distintas edades, que van a ser llevados a la matanza Duran *et al.*, (2010) menciona, “*es una herramienta de diagnóstico no invasiva ni destructiva, que se puede utilizar para conocer la composición corporal de ovinos vivos, sin afectar su integridad física*”; le proporciona al productor un criterio de selección que se basa en la cantidad y calidad de carne que el animal produce durante sus diversas etapas de desarrollo (Partida de la Peña, 2010). El empleo de esta técnica, en la medida que sea precisa, puede constituir una herramienta de gran utilidad para ser incorporada en los programas de mejoramiento animal y su relación con la producción cárnica. (Garibotto *et al.*, 2001). En México, son cada vez más las unidades de producción (UPP) y empresas cárnicas que se interesan en el mercado de cortes selectos de cordero ya que éste tiene un gran potencial para desarrollarse, por lo que es necesario que los productores, transformadores y comercializadores, tengan una idea clara de cuáles son los cortes que el mercado demanda, con el objeto de identificar y diferenciar aquellos que tengan demanda en nichos muy específicos, diferentes al de la barbacoa (Cantón *et al.*, 2019). El corte primario “Rack Francés”, “Rack Americano” es uno de los cortes más apreciados de la canal, el cual se obtiene de la zona del costillar el cual incluye

al músculo *Longissimus dorsi*; Este puede corresponder solo a 5-7% del peso total de la canal en corderos con pesos menores a los 30 kilogramos, en ovinos adultos mayores a 40 kilogramos el grado de rendimiento de este corte va desde el 13%-15%, otro dato importante es que puede representar entre el 70% y 80% de su valor comercial total dependiendo de la forma en que se trabajó el corte (Partida de la Peña *et al.*, 2011).

Adicional a lo anterior, el sector de la leche ovina ha venido creciendo en los últimos años, y a pesar que el objetivo primario es la producción de leche para su transformación, el cordero en el mercado mexicano tiene un valor importante dentro del sistema de producción. En este sentido hace falta evaluar técnicas no invasivas, como es el uso del ultrasonido. Por ello los objetivos del presente trabajo fueron: evaluar la funcionalidad de dos distintos equipos de ultrasonido, en relación con las características de PLD y EGS realizadas *in vivo*, en corderos de cruce East Friesian × Pelibuey, en comparación con las mismas obtenidas *post-mortem* en canales en frías.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

#### **Ovinocultura en México.**

En México la producción de carne en canal de borrego ha crecido, pasando de 60 mil toneladas para el 2016, a más de 65 mil toneladas en 2021. (SIAP, 2021, COMECARNE, 2022); aunque la productividad de carne de ovinos ha mejorado, aún presenta problemas en el suministro de abasto y en la uniformidad de la calidad del producto (Partida de la Peña, 2009). De manera general, la ovinocultura se considera como una actividad tradicional que ofrece buenas oportunidades de ingresos a las

familias mexicanas, pasando de ser una actividad de traspatio a un negocio de alto potencial (Hernández *et al.*, 2017). La producción nacional se concentra en el centro del país, particularmente en los 10 siguientes estados: Estado de México, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Puebla, Zacatecas San Luis Potosí, Tlaxcala, Oaxaca, Guanajuato. (Hernández *et al.*, 2017, COMERCARNE 2022). A pesar de que la distribución de los ovinos en México se concentra en el centro del país, se han observado incrementos en la producción de carne de los mismos, pero la demanda de este producto continúa siendo insatisfecha. La importación actual de carne de ovino en México radica en cuatro principales países: Estados Unidos, Brasil, Chile y Australia (Bobadilla *et al.*, 2017; COMERCARNE 2022). En general, el consumo per cápita anual se encuentra alrededor de 0.50 kg y el 95% de esta carne se consume principalmente a través de platillos típicos, por ejemplo la barbacoa (Bobadilla *et al.*, 2021; COMECARNE 2022).

### **Raza East-Friesian.**

Tiene su origen en Holanda y Alemania su principal fin zootécnico es lechero, es la raza ovina más productora de leche en el mundo y se ha ordeñado desde sus inicios y seleccionado a base de producción láctea. Se adaptan a condiciones de semi-estabulación en estados como Querétaro, Guanajuato, Jalisco e Hidalgo en el altiplano central de México (Arteaga, 2007). Su conformación es talla grande, desprovistos de lana en cabeza, patas, cola y ubre. Existen tanto Friesian blanco como negro (Arteaga, 2007). En cuanto a los pesos, las hembras adultas oscilan entre los 70 kg mientras que los machos adultos entre los 90-120 kg; los corderos presentan pesos al destete, entre los 20 kg con ganancias diarias de 350g.

### **Raza Pelibuey.**

Es una de las principales razas de pelo que existen en México la cual es originaria de Cuba. Su hábitat natural son las regiones cálidas: tropicales, subtropicales e incluso áridas. Es una raza materna principalmente, y es base para cruzamientos y producción de corderos para sacrificio, son animales rústicos de gran adaptación y tienen la ventaja de ser prolíficos y de ciclo reproductivo abierto. (Arteaga, 2007). En lugar de lana presentan pelo, con tres coloraciones básicas: café, blanca y pinta; en algunas ocasiones llegan a presentar zonas de pelaje negro. El principal fin zootécnico es peletera y cárnica (Aguilar *et al.*, 2017). En cuanto a sus características físicas tenemos que son animales de tamaño pequeño a mediano entre 35kg y 80-110 kg para los machos adultos; los pesos al destete están influenciados principalmente por la edad en la que este ocurre (generalmente entre los 60 y los 90 días) y van de los 11 a los 16 kg, asimismo las ganancias diarias de peso (GDP), durante la lactancia y entre el día 75 y 150 corresponden a 193g y 198 g, respectivamente (Aguilar *et al.*, 2017).

### **Características de la canal ovina.**

La canal se define como el cuerpo del animal posterior a la matanza, desangrado y sin piel, abierto a lo largo de la línea media desde el xifoides hasta el pubis; separado de la cabeza a nivel de la articulación atlanto-occipital y de los miembros anteriores a nivel de la articulación carpo metacarpiana y de los miembros posteriores a nivel de la articulación tarso metatarsiana; sin vísceras, excepto los riñones y grasa perirrenal. (NMX-FF-106-SCFI-2006). Las características de la canal influyen en el precio de venta de la carne, así como en las canales de comercialización del ovino (Partida de la

Peña *et al.*, 2013). El peso de la canal caliente y fría, su rendimiento, el área del ojo de la costilla y la deposición de grasa son las características de la canal de mayor importancia económica. No obstante, las canales ovinas en México son muy variadas, lo cual hace necesario identificar los principales factores que hacen que la canal ovina sea heterogénea con respecto a la calidad y rendimientos. (Carbajal, 2002). El peso corporal al final de la engorda determina en mayor medida las características de la canal en el ovino (Souza *et al.*, 2016). No obstante, el peso y el rendimiento de la canal en ovinos pueden variar de acuerdo al origen genético y al tipo de alimentación que recibieron al final de la engorda (Partida de la Peña *et al.*, 2013). El área del ojo de la costilla o también llamado área del músculo *Longissimus dorsi* es una característica de gran relevancia ya que está relacionada con el resto del contenido cárnico de toda la canal, además de ser un área muscular donde se obtiene el corte “Ojo de costilla” o “Ribeye” de mayor valor económico en el sector cárnico (Partida de la Peña *et al.*, 2013; Montero *et al.*, 2014).

**Importancia de la ultrasonografía en la evaluación de las características:  
profundidad del músculo *Longissimus dorsi* y espesor de grasa subcutánea.**

La ultrasonografía permite determinar el valor y la calidad de un animal, desde su desenvolvimiento fetal hasta su venta final. La aplicación de esta técnica en la industria animal ha tenido un importante desarrollo en programas de selección dirigidos a mejorar la calidad de carne ovina (Bellenda, 2000). El objetivo principal de evaluar las características en la canal es obtener información sobre el contenido de grasa, músculo y estructura general de una canal. Algunas evaluaciones consideran el peso de la canal caliente y fría, rendimiento, conformación, cobertura de grasa y

medidas morfométricas (Martínez, 2020). En algunos estudios la evaluación de secciones importantes como el área del ojo de la costilla se ha relacionado directamente con el contenido adiposo de la canal (Estrada *et al.*, 2012). En la práctica se han desarrollado algunos métodos de evaluación como el uso de ultrasonografía y de medidas morfométricas lineales o circunferenciales del animal *in vivo*, estas también se han utilizado para predecir el peso vivo y composición de la canal (Martínez, 2014; Chay *et al.*, 2019); Silva *et al.*, (2020), sugieren “evaluar las canales como un método de estandarización para la producción de carne de ovino antes, durante y después de la matanza”; Chay *et al.*, (2019) señalan, que la evaluación de la canal puede ofrecerle un valor agregado a la misma de acuerdo a sus cualidades e incidir en el mejoramiento de animales próximos a la matanza. No obstante, la mayor parte de estrategias de evaluación de canal se realizan *post-mortem*. Por ello las estrategias como la ultrasonografía y el uso de datos productivos colectados previos a la matanza de los animales, son útiles para generar modelos de predicción de características de la canal y así poder decidir si los animales tienen el mérito para ser matados o requieren alguna intervención nutricional durante la etapa final de la engorda. Los avances tecnológicos disponibles, permiten tener un nuevo panorama sobre el desarrollo de nuevos métodos para la evaluación del diámetro de ojo de chuleta. Recientemente la ultrasonografía ante y post mortem ha sido referente de técnicas de evaluación no invasivas (Chay *et al.*, 2019). Esta apreciación también es considerada como un indicador del porcentaje de músculo, carne magra y rendimiento de cortes de mayor valor económico (Martínez, 2014).

### **Aspectos generales de ultrasonografía.**

La ultrasonografía, también llamada ecografía, es una técnica que permite la visualización de los órganos internos, utiliza ondas de sonido de alta frecuencia mayores a los 20.000 Hz. (Díez, 1992), gracias a estas ondas podemos observar imágenes de los mismos pudiendo evaluarlos en tiempo real. (Cesa *et al.*, 2010).

### **Conformación del equipo de ultrasonido.**

El equipo consiste en un transductor ultrasónico (scanner o scanhead) y de una consola con un panel de controles, adosada a una pantalla de visualización de imágenes. (Cesa *et al.*, 2010). Los transductores son la parte esencial del ecógrafo, en su interior se encuentran los cristales piezoeléctricos (zirconato-titanato de plomo PZT) donde se produce la transformación de energía eléctrica en mecánica. (Díez, 1992). El transductor es además el receptor de los haces de ultrasonido, transformándolos en energía eléctrica para poder generar las imágenes; estos transductores también pueden tener distintas capacidades de emisión 2.0-10.0 MHz, pero las de alta frecuencia tienen una menor capacidad de penetración en los tejidos que las de baja frecuencia. Por eso, se prefieren transductores de 5.0 y 7.5 MHz para el estudio de los tejidos superficiales y sondas de 3 MHz para el examen de las zonas más profundas. Existen aparatos provistos de sondas multi-frecuencia, con capacidad de cambiar la emisión de una frecuencia a otra, sin la necesidad de cambiar de sonda. (Partida de la Peña, 2008). Actualmente existen en el mercado distintas formas de transductores, cada uno específico para la zona del estudio a realizar, el órgano o tejido e inclusive el paciente. El transductor tipo lineal es la más empleada para



evaluación de carne ya que maneja altas frecuencias 5-10 MHz. Se utiliza para visualizar y localizar estructuras de superficie, (figura 1).

Figura 1. Transductor lineal. Cesa *et al.*, (2010)



### **Ecogenicidad.**

Recordemos que los tejidos tendrán la capacidad de reflejar o propagar las ondas de sonido, el eco resultante será recibido por los cristales que transformarán las vibraciones en corriente eléctrica, esta última irá a la consola para ser luego transformada en imágenes de distintos tonos de gris a estas diferentes tonalidades las denominamos ecogenicidades. Cada tejido u órgano refleja distintas formas de ecogenicidad, debido a las distintas intensidades y frecuencias de ondas como se muestra en el cuadro 1. (Cesa *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Velocidad de propagación de las ondas sonoras en distintos tejidos.  
Gresham, (2000).

Tejido	Velocidad (m/s)
Sangre	1.55
Grasa	1.48
Tejido conjuntivo	1.55
Musculo esquelético	1.59
Hueso.	3.406-4

Como ya se mencionó las imágenes de ultrasonido están formadas por puntos de diferente brillo y escalas de grises, para describir las imágenes conforme a la ecogenicidad se utilizan los siguientes términos (Díez, 1992):

- **Hiperecoico:** los puntos en el monitor aparecen con una intensidad de brillo máxima principalmente se observa en gas y hueso (Díez, 1992).
- **Hipoecoico:** se observa una distinta intensidad de grises sin llegar a ser brillantes varía según el origen de tejidos blandos (Díez, 1992).
- **Anecoico:** se observa una ausencia de ecos los puntos aparecerán de color negro como por ejemplo: líquidos en cavidades, orina y sangre (Díez, 1992).
- **Isoecoico:** en este caso la escala de grises se observa igual aunque los órganos sean distintos anatómicamente, por ejemplo: el parénquima hepático y la corteza renal son isoecogénicas (Díez, 1992).

**Técnica ultrasonográfica para la obtención de imágenes del músculo *Longissimus dorsi* y espesor de grasa subcutánea en ovinos.**

Para capturar imágenes del músculo *Longissimus dorsi*, es necesario utilizar ecógrafos que trabajen en tiempo real (modo b). Además, deben permitir el uso de sondas o transductores lineales, la regulación de la ganancia y contraste en la pantalla, realizar acercamientos y contar con más de un punto focal. Se deben utilizar sondas lineales con un largo de 12 o 18 cm. Estas sondas poseen las dimensiones mínimas para obtener imágenes completas del músculo. (Cesa *et al.*, 2010). Para obtener imágenes comparables y uniformes se recomienda utilizar un acoplador acústico o guía (stand off), que asegura un estrecho contacto entre la sonda y el lomo curvo de los animales. Esta guía está construida con un tipo de silicona caracterizada por su habilidad para conducir el sonido con una reducción mínima en el poder de penetración, (figura 2) (Cesa *et al.*, 2010).

Figura 2. Transductor lineal con acoplador acústico (stand off). Cesa *et al.*, (2010).



**La sujeción del animal**, deberá adaptarse a las condiciones de trabajo. Se puede simplemente sujetar al animal por la base de la mandíbula apoyando un flanco contra una pared. Ya sea que se utilice una forma u otra de sujeción, se debe prestar especial atención a que no se produzcan deformaciones en la posición de la columna. De lo contrario se generarán distorsiones en la imagen, (figura 3,4) (Cesa *et al.*, 2010).

Figura 3. Sujeción de cordero



Figura 4. Sujeción de ovino adulto.



### **Ubicación de sitio de medición.**

El músculo *Longissimus dorsi*, y el lugar en el que se mide el espesor de grasa dorsal es el espacio entre las 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costillas asternales. La lana puede generar interferencia con la onda sonora. En el caso de tener animales con vellones cerrados, se aconseja realizar un rasurado a ras de piel en la zona; posteriormente, se procede a la identificación del espacio intercostal en donde se realizara la medición con ultrasonido, (figura 5). La forma ideal para encontrar el sitio de medición es por medio de palpación sintiendo cada espacio intercostal, lo primero que se debe realizar

es encontrar la curvatura del arco dorsal de la 13<sup>a</sup> costilla asternal, una vez localizada podemos movernos cranealmente un espacio intercostal, posicionándonos entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla asternal, y es ahí en donde se debe realizar la medición (figura 6) (Ashdown *et al.*, 2011). En la figura 7, se presenta un diagrama del corte transversal del espacio intercostal entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla, que es la región en donde se realizan las mediciones con ultrasonido, en el mismo se señalan las principales estructuras anatómicas.

Figura 5. Rasurado amplio de la zona de medición.



Figura 6. Esquema para la identificación ósea del 12<sup>o</sup> espacio intervertebral. Cesa *et al.*, (2010).

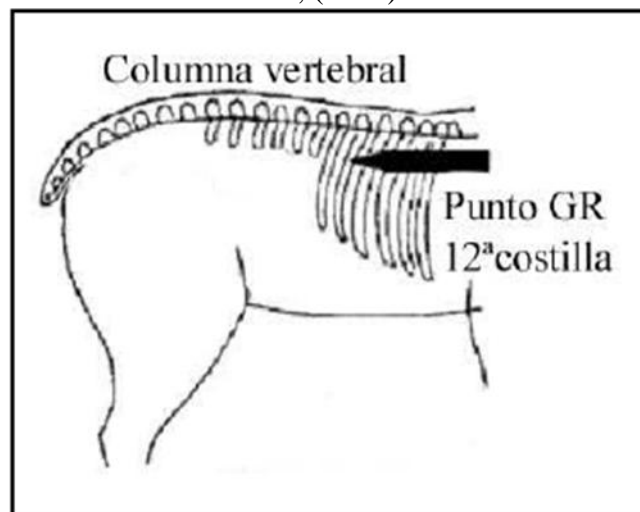
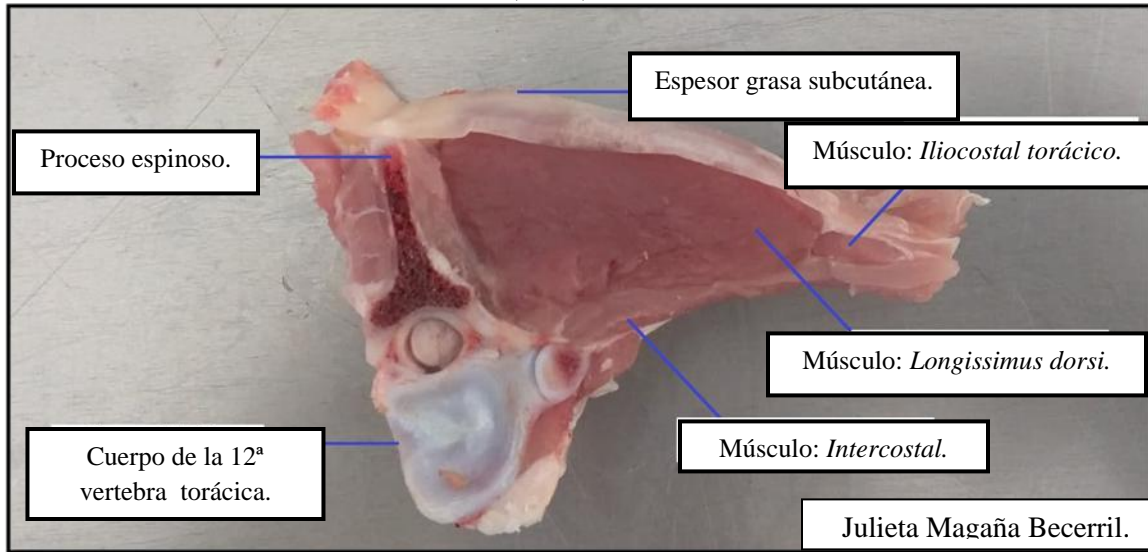


Figura 7. Esquema del corte transversal entre la 12ª y 13ª vertebra torácica May (1974).



### Captura de la imagen.

Antes de capturar la imagen, se debe aplicar abundante gel de ultrasonido a base de agua, con la finalidad de generar un buen contacto, este se aplica tanto en el ovino como en el transductor. Para la obtención de la imagen, se debe colocar el transductor en el espacio intercostal, evitando tener contacto con la costilla ya que esta nos generará artefacto de sombra acústica y no se apreciará del todo el músculo *Longissimus dorsi*; una vez posicionado en el lugar correcto se realiza un ligero movimiento de abanico con el transductor, esto para poder tener una imagen completa y de calidad del músculo *Longissimus dorsi*; también es importante trabajar con una frecuencia (MHz) adecuada, punto focal, y ganancia, esta última nos ayudara a tener un mejor balance de grises por ende una mejor resolución de ecogenicidades en el área del *Longissimus dorsi*. Ya que se obtuvo la imagen correcta, se puede proceder a congelarla para realizar las mediciones pertinentes. La imagen adquirida

debe permitir diferenciar claramente los límites del músculo y la interfase entre el músculo y el tejido adiposo, (figura 8) (Cesa *et al.*, 2010).

Figura 8. Obtención de imagen del músculo *Longissimus dorsi*.

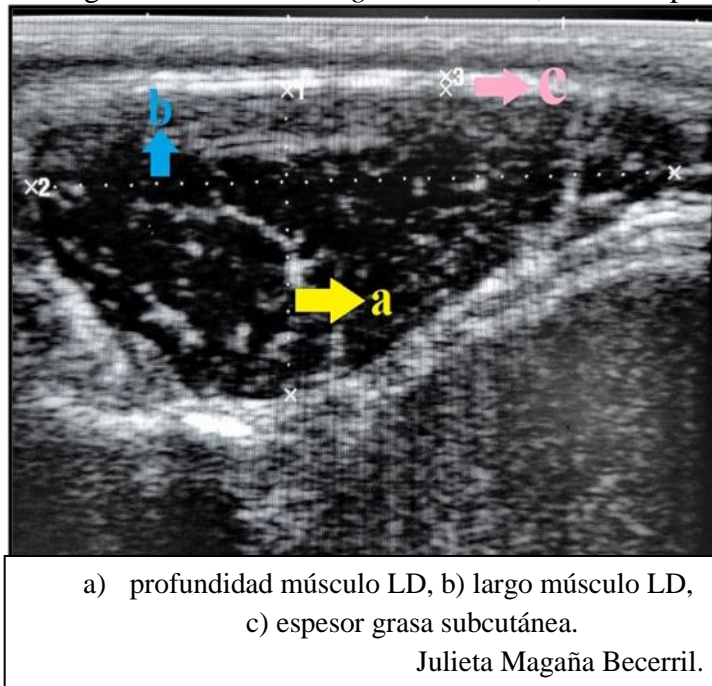


### **Medición de la profundidad del músculo *Longissimus dorsi*, y espesor de grasa subcutánea.**

Sobre la imagen capturada congelada, se procederá a la obtención de las mediciones la profundidad del músculo, debe ser tomada en forma perpendicular a la línea imaginaria que establece el ancho de la chuleta. Independientemente de la inclinación que presente el músculo en la pantalla del ultrasonido, la profundidad siempre se deberá medir en forma perpendicular al ancho (Cesa *et al.*, 2010), (figura 9); Partida de la peña, (2008); señala que el lugar de medición en los ovinos se ubica en el último espacio intercostal, entre la 12ª y 13ª costilla a una distancia de 3.8 centímetros, en este lugar se mide el área del lomo y la grasa subcutánea o de cobertura. Se medirá el espesor de grasa dorsal, desde el límite del músculo hasta el límite del tejido adiposo con la piel, (Cesa *et al.*, 2010), (figura 9). Es pertinente resaltar que se puede hacer otra valoración de la grasa subcutánea, en el mismo espacio intercostal, pero a una

distancia de 11.5 centímetros de la línea media, en el llamado punto “GR” (figura 6), lugar en el que es más abundante el depósito de grasa (Partida de la peña, 2008).

Figura 9. Imagen del músculo *Longissimus dorsi*, obtenida por ultrasonido.



### **Obtención del área del diámetro de ojo de chuleta, del músculo *Longissimus dorsi* directamente en la canal.**

El área se mide directamente en la canal con una cuadrícula de puntos o trazando el área de ojo del musculo con un planímetro. Se realiza después de que la canal es cortada transversalmente a nivel de la 12ª y 13ª costilla. Esta medida es tomada en pulgadas cuadradas (pulg<sup>2</sup>), pudiendo ser tomada de la mitad derecha o izquierda del músculo *Longissimus dorsi*. Cuando se usa la cuadrícula, se cuentan los puntos del área del ojo y cada punto es convertido en pulgadas cuadradas (20 puntos/pulg<sup>2</sup>), esta medida esta correlacionada con el porcentaje total de carne magra en la canal, además de que es indicador de rendimiento de los cortes con mayor valor económico (lomo



anterior y posterior). En el cuadro 2, se muestran los rangos promedios del área del músculo *Longissimus dorsi*, en ovinos de más de 20 kg. (Martínez, 2014).

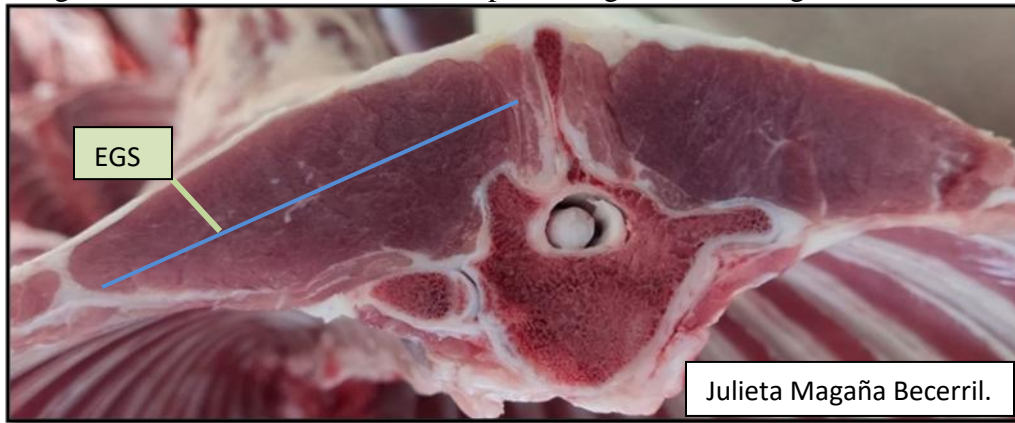
Cuadro 2. Rangos, promedio del área y ojo del nivel del 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla para evaluar canales de ovinos mayores a 20 kg. Martínez, (2014)

Área del ojo de la costilla	Rango.
Extremo	1.0-3.8 pulg <sup>2</sup>
Normal	1.5-2.7 pulg <sup>2</sup>
Promedio	2.25 pulg <sup>2</sup>

#### **Determinación de la grasa dorsal subcutánea directamente en la canal.**

El estado de engrasamiento se entiende por la cantidad de grasa sobre la masa muscular de la canal. También como la proporción de grasa que presentan las canales respecto a su peso. La medición de la grasa dorsal se determina en milímetros (mm) en un determinado punto; perpendicular a tres cuartos de la longitud del *Longissimus dorsi* cortado transversalmente, esta medida es utilizada para obtener el grado de rendimiento de una canal, (figura 10). Cuando la grasa dorsal se incrementa el grado de rendimiento también, aunque el porcentaje de cortes a detalle sin grasa disminuye (Boggs *et al.*, 2006; Martínez, 2014). En el cuadro 3, se muestran la clasificación de canales ovinas según su rango de grasa dorsal manejada por la NMX-FF-106-SCFI-2006.

Figura 10. Zona de medición del espesor de grasa dorsal o grasa subcutánea.



Cuadro 3. Clasificación canales según su rango de grasa dorsal. (NMX-FF-106-SCFI-2006).

<b>Clasificación canal</b>	<b>Espesor de grasa dorsal (mm)</b>
Mex-Ext	3 a 6 mm.
Mex 1	7 a 10 mm.
Mex 2	11 a 15 mm.
Fuera de clasificación	Mayor a 15mm.

#### **IV. HIPÓTESIS.**

La utilización del equipo de ultrasonido (Chison®) para la evaluación *in vivo*, de las características de profundidad del músculo *Longissimus dorsi* y espesor de la grasa subcutánea, será mejor en comparación con el equipo de ultrasonido (SonoScape®).

#### **V. OBJETIVO GENERAL.**

Observar el funcionamiento de dos diferentes equipos de ultrasonido (Chison®, Sonoscape®), en el músculo *Longissimus dorsi*, en corderos de 30, 60 y 90 días *in vivo*.

#### **VI. OBJETIVOS PARTICULARES.**

1. Determinar el diámetro de ojo de chuleta y espesor de la grasa subcutánea en la canal fría, del músculo *Longissimus dorsi* aplicado en corderos de 30, 60 y 90 días de edad.
2. Usar 2 fórmulas para calcular el área diámetro de ojo de chuleta del músculo *Longissimus dorsi*.

## **VII. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **Localización.**

El estudio fue realizado, en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEIPSA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Centro se localiza en el Km. 28.5 de la Carretera Federal a Cuernavaca, en Avenida Cruz Blanca No. 486, en la localidad de San Miguel Topilejo, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14500, Ciudad de México. El Centro se encuentra a una altura de 2760 metros sobre el nivel del mar, el clima de la región es c(w) b(ij) que corresponde a semifrío semihúmedo con lluvias en verano y con una precipitación pluvial de 800 a 1200 milímetros anuales y una temperatura promedio de 19 °C. (CEIPSA, FMVZ-UNAM.)

### **Animales.**

Para la realización del trabajo se utilizaron 21 corderos machos enteros cruza East Friesian × Pelibuey, con edades de 30, 60 y 90 días, todos ellos provenientes de un sistema de producción de leche intensivo, estando en lactancia natural y creep feeding, siendo este implementado partir de los 15 días de nacidos a base de: paja de avena, ensilado de maíz, alfalfa peletizada, y concentrado pre-iniciador, (figura 11).

Todos los corderos, permanecieron en estabulación total con sus respectivas madres y hermanos, desde el nacimiento hasta los 60 días de edad que es la etapa al destete manejada por el centro de enseñanza, a partir de esa fecha los machos restantes se separaron en otro corral para poder finalizar el trabajo de investigación hasta su crecimiento a los 90 días de edad, (figura 11).

Figura 11. Corderos en estabulación total, implementación creep- feeding.



Julieta Magaña Becerril.

Los corderos desde el nacimiento hasta los 90 días de edad fueron pesados individualmente - quincenalmente, con el fin de poder llevar un registro de crecimiento de cada uno; por grupo de edades 30, 60, y 90 días.

### **Estudio de ultrasonido.**

A los 21 corderos machos, se les realizó un estudio de ultrasonido *in vivo*, comenzando a partir de los 30 días de edad en intervalos quincenales hasta finalizar a los 90 días de edad; la razón de realizarlo en este intervalo de tiempo fue para monitorear el crecimiento del músculo *Longissimus dorsi*; las mediciones importantes fueron las obtenidas en los tiempos de 30, 60 y 90 días como se menciona en los objetivos del presente trabajo. Los estudios de ultrasonido se realizaron en el mismo corral en donde estaban estabulados, utilizando dos distintos equipos:

- **Chison®** (ultrasonido portátil Eco 6, (2019), Doppler color, transductor rectal uso veterinario, frecuencia 10 MHz), (figura 12).
- **Sonoscape®** (ultrasonido portátil A6 (2010), transductor rectal uso veterinario, frecuencia 6.5 MHz), (figura 12).

Figura 12. Equipos de ultrasonido utilizados.



Julieta Magaña Becerril.

### **Manejo de los corderos para el ultrasonido.**

A cada cordero, se le realizó un rasurado amplio con máquina y navaja del n° 50 en la zona del dorso entre la 12a y 13a costilla torácica; una vez rasurados todos los corderos se limpiaba y colocaba gel de ultrasonido a base de agua tanto en la zona rasurada como en el transductor de cada equipo, (figura 13); posteriormente, se posicionaba correctamente el transductor para obtener una imagen adecuada de la zona del *Longissimus dorsi*; la medición de la profundidad, se realizaba ya congelada la imagen en la pantalla de cada equipo y se media tres veces, después se obtenía el promedio de las tres y este era el resultado final, (figura 14); la medición del espesor

de la grasa subcutánea se hizo sobre el tercer cuarto del *Longissimus dorsi*, como se muestra en la figura 9, del apartado “revisión bibliográfica”.

Figura 13. Manejo de los corderos para el estudio de ultrasonido.



Figura 14. Obtención de imagen del LD.



### **Matanza.**

La matanza se realizó a 3 corderos, por cada grupo de edades 30, 60 y 90 días en total fueron 9 animales los que se mataron; se hizo, en el mismo Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA); a estos animales, se les realizaba el estudio de ultrasonido una hora antes de ser matados en la zona ya descrita, con el objetivo de tener mediciones más certeras en las comparaciones de resultados *in vivo* y *post- mortem* en canal fría. Los corderos contaban con un ayuno previo de 8 horas y eran pesados antes de ser matados. Para la correcta matanza, se utilizó una pistola de embolo oculto realizando la insensibilización de cada cordero, en el lugar indicado por la (NOM-033-SAG/ZOO-2014); corroborando un aturdimiento adecuado se procedió a realizar un corte amplio

a la altura de venas yugulares y carótidas (esto realizado en un tiempo máximo de 20 segundos); una vez desangrado se realizó la faena para obtener las canales de manera correcta; ya limpias se mantuvieron en refrigeración a 4°C por 24 horas, para que se diera el proceso de maduración, (figuras 15, 16).

Figura 15. Canal caliente limpia.



Figura 16. Maduración de canales en frío.



### **Evaluación músculo *Longissimus dorsi* y grasa subcutánea.**

24 horas después de maduración en frío a 4°C, cada canal se evaluó en el taller de carnes del referido Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA); con ayuda de un termómetro para carne (Checktemp<sup>®</sup>4), se obtuvo la temperatura y peso final de cada canal después de su proceso de maduración, (figura 17), posteriormente se realizó un corte de media canal, y otro corte entre la 12a y 13a costilla torácica, evaluando el espesor de la grasa dorsal y



profundidad del músculo *Longissimus dorsi*, las mediciones se realizaron con ayuda de un calibrador Vernier digital, (figura 18).

Figura 17. Medición de temperatura.



Figura 18. Evaluación de la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* en la canal fría.



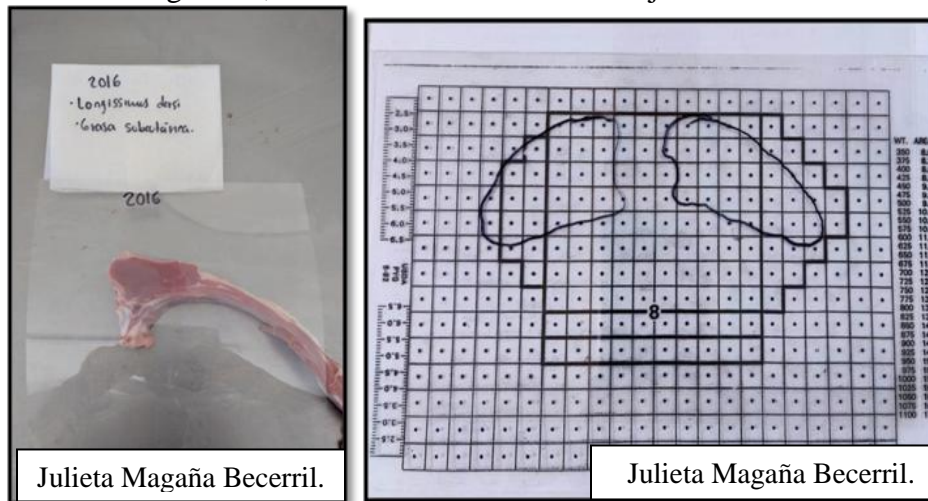
### **Obtención del diámetro de ojo de chuleta, directamente en la canal fría.**

Se realizó en conjunto con la toma de mediciones del músculo *Longissimus dorsi* en la canal fría; la primer técnica, consistió en dibujar la silueta de cada chuleta sobre una hoja de acetato con ayuda de un marcador indeleble, posteriormente con una cuadrícula graduada se midió el área en pulgadas cuadradas (Costa *et al.*, 2012) (figura 19,20) ya que se tenía el resultado del área del ojo de chuleta aplicando esta técnica, se hizo la conversión de pulgadas cuadradas a centímetros cuadrados, esto con la finalidad de poder comparar con las dos diferentes fórmulas para la obtención de la misma. La aplicación de las fórmulas se realizó con los resultados *post-mortem*

de profundidad y largo del músculo *Longissimus dorsi*, las fórmulas aplicadas para el cálculo de área del ojo de chuleta en centímetros cuadrados fueron:

1.  $AMLD\ cm^2 = ((A / 2 \times B / 2) \times \pi)$ . (Morales *et. al.*, 2020; Costa *et al.*, 2012)
2.  $AMLD\ cm^2 = (Ancho\ del\ músculo\ LD \times profundidad\ LD \times 0.8cm)$  (Hopkins, 1993).

Figura 19,20. Cálculo del diámetro de ojo de chuleta.



Julieta Magaña Becerril.

Julieta Magaña Becerril.

### **Empaquetado de cortes primarios al alto vacío.**

Por último se trabajaron las canales para obtener cortes primarios, en el caso particular del presente trabajo “racks”, los cuales fueron empaquetados al alto vacío y etiquetados para su futura venta en el “puma gourmet” de la FMVZ-UNAM (figura 21).

Figura 21. Rack de cordero, empaquetado al alto vacío.



## VIII. RESULTADOS.

### **Capítulo 1. Mediciones e imágenes obtenidas *in vivo*, de PLD y EGS utilizando dos diferentes equipos de ultrasonido Chison®, SonoScape®, en corderos de 30, 45, 60, 75 y 90 días de edad.**

Del trabajo que nos atañe podemos observar los siguientes resultados, teniendo como principales variables respuesta; la medición de la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* PLD y el espesor de la grasa subcutánea EGS, utilizando dos diferentes equipos de ultrasonido, Chison® CHSN, SonoScape® SNS; la funcionalidad y calidad de imágenes observadas en los dos equipos, en relación a las características ya mencionadas también fueron de suma importancia y se describen más adelante de este capítulo.

En los cuadros 4 al 8, se muestran las medias de la PLD y EGS a los 30, 45, 60, 75 y 90 días. Con respecto a las variables, se tienen coeficientes de variación CV % entre 20.03 % (90 días SNS)  $\pm$  61.16 (30 días SNS) %, observándose mayor variación en las mediciones de corderos a los 30 días de edad. Los CV % de las variables evaluadas, muestran una menor variación al día 60 para PLD (20.69 SNS) y EGS (28.32 CHSN).

Cuadro 4. Comparación de la PLD, y EGS en corderos de cruce EF×PBY con 30 días de edad.

<b>Variable (mm).</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PLD Chison, <i>in vivo</i>.</b>	21	13.48	3.25	24.14
<b>PLD SonoScape, <i>in vivo</i>.</b>	21	13.88	3.63	26.15
<b>EGS Chison, <i>in vivo</i>.</b>	21	0.50	0.28	56.43
<b>EGS SonoScape, <i>in vivo</i>.</b>	21	0.51	0.31	61.16

D.E (desviación estándar), C.V (coeficiente de variación).

Cuadro 5. Comparación de la PLD, y EGS en corderos de cruce EF×PBY con 45 días de edad.

<b>Variable (mm).</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PLD Chison, <i>in vivo</i>.</b>	18	15.51	3.78	24.35
<b>PLD SonoScape, <i>in vivo</i>.</b>	18	15.64	3.26	20.84
<b>EGS Chison, <i>in vivo</i>.</b>	18	0.54	0.21	38.18
<b>EGS SonoScape. , <i>in vivo</i>.</b>	18	0.61	0.20	32.25

Cuadro 6. Comparación de la PLD, y EGS en corderos de cruce EF×PBY con 60 días de edad.

<b>Variable (mm).</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PLD Chison, <i>in vivo</i>.</b>	18	16.86	3.78	22.41
<b>PLD SonoScape, <i>in vivo</i>.</b>	18	16.84	3.48	20.69
<b>EGS Chison, <i>in vivo</i>.</b>	18	0.85	0.24	28.32
<b>EGS SonoScape. , <i>in vivo</i>.</b>	18	0.93	0.31	33.76

Cuadro 7. Comparación de la PLD, y EGS en corderos de cruce EF×PBY con 75 días de edad.

<b>Variable (mm).</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PLD Chison, <i>in vivo</i>.</b>	15	17.21	3.91	22.73
<b>PLD SonoScape, <i>in vivo</i>.</b>	15	17.81	3.88	21.80
<b>EGS Chison, <i>in vivo</i>.</b>	15	1.13	0.35	31.14
<b>EGS SonoScape. , <i>in vivo</i>.</b>	15	1.07	0.42	39.36

Cuadro 8. Comparación de la PLD, y EGS en corderos de cruce EF×PBY con 90 días de edad.

<b>Variable (mm).</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PLD Chison, <i>in vivo</i>.</b>	15	18.94	6.11	32.23
<b>PLD SonoScape, <i>in vivo</i>.</b>	15	19.24	3.85	20.03
<b>EGS Chison, <i>in vivo</i>.</b>	15	1.2	0.40	33.36
<b>EGS SonoScape. , <i>in vivo</i>.</b>	15	1.15	0.35	30.10

- **Comparación de imágenes de ultrasonido de músculo LD utilizando dos diferentes equipos CHSN, SNS.**

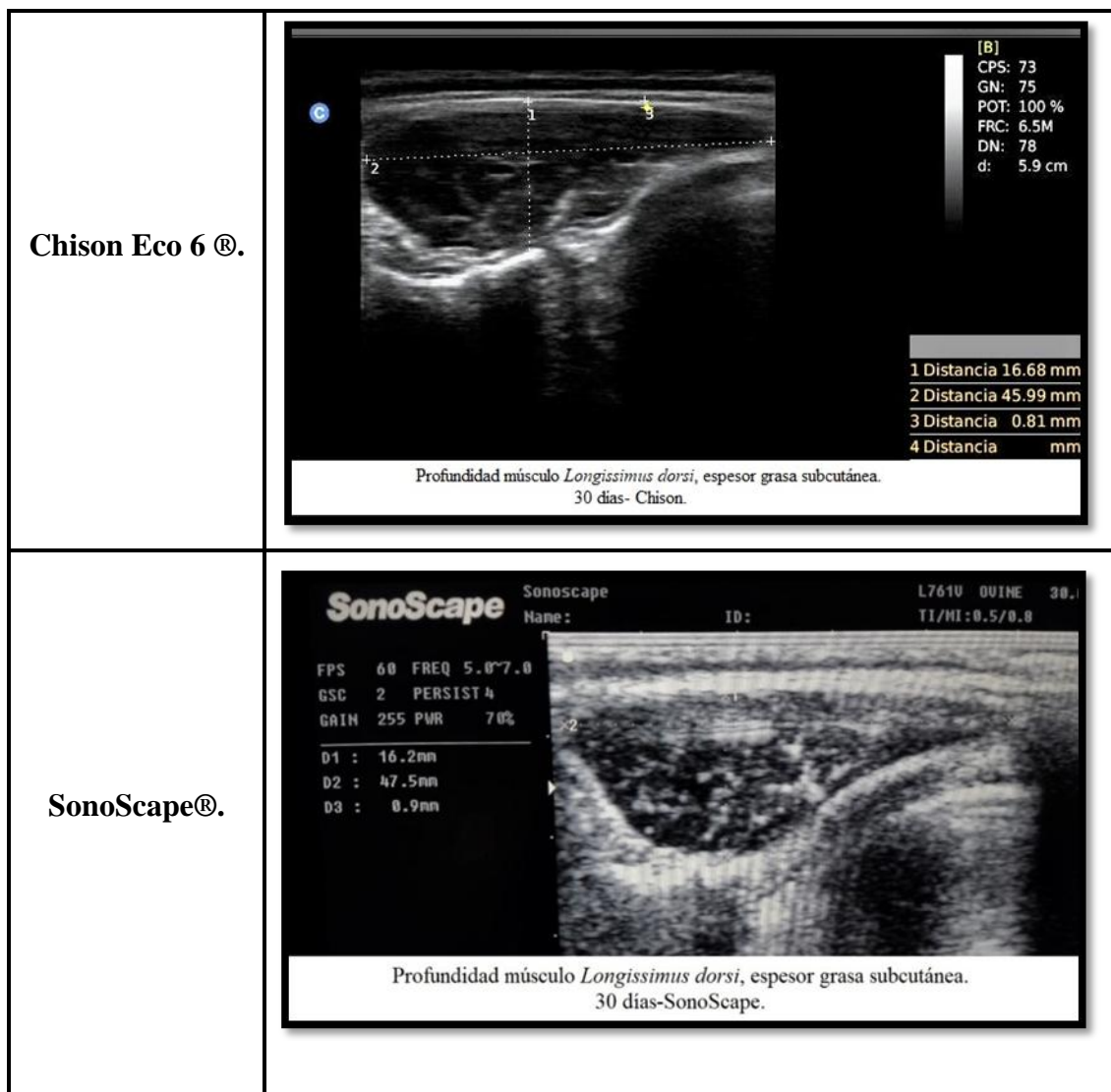
En las figuras 22 a la 31, se muestran las comparaciones en cuanto a la calidad de imagen de cada equipo de ultrasonido utilizado CHSN, SNS para la obtención de las características *in vivo* de PLD y el EGS, en las diferentes edades de corderos cruza EF×PB; cabe recalcar que aunque nuestro objetivo principal fue evaluar a los 30, 60 y 90 días de edad, los resultados de 45 y 75 días de edad también son de importancia ya que con estas imágenes se pudo observar y monitorear el crecimiento del músculo LD en las etapas de pre y post - destete. En el caso particular de esta investigación, ambos equipos muestran imágenes adecuadas de la zona del LD en ciertas etapas de edad. En cuanto a funcionalidades comenzaremos con la característica de “medición o caliper”, la cual fue de utilidad para la obtención de PLD y EGS estos resultados son los observados en los (cuadros 4-8) en su comparación de medias; para la característica de ganancia relacionada con el balance de grises, el equipo CHSN funcionó de una mejor manera en comparación con SNS, el cual necesitaba ajustes de la misma para poder diferenciar de manera correcta la anatomía del músculo LD, y debido a esto las imágenes resultantes se observaron con alta hiperecogenicidad; en ambos equipos se cuentan con la opción de congelar la imagen, la cual es una funcionalidad importante para la correcta medición de PLD Y EGS; a su vez también ambos equipos cuentan con la posibilidad de mover el punto focal teniendo una mejor resolución de imagen y observación de la zona del LD. En relación con este trabajo y los resultados de imágenes obtenidas, podemos decir que en corderos de 30 a 45 días de edad el equipo CHSN mostró mayor dificultad para obtener las imágenes

ultrasonográficas del LD, principalmente por la observación de artefacto de sombra acústica, esto generado por el reducido espacio intercostal que presentaban los corderos esta característica anatómica, también dificultó la medición de la PLD y de EGS, ya que fue más complicada la diferenciación en cuanto a la piel y cobertura de grasa, esto debido al tamaño en pie de los corderos; en este sentido se recomienda la utilización del acople de silicona el cual tiene la función de generar un menor contacto entre el transductor y la piel del cordero, lo cual se verá reflejado con una mayor profundidad y mejor calidad de imagen en la pantalla, (figuras 22, 23, 24 y 25).

**Para los 60 días de edad**, el equipo CHSN trabajó de una mejor manera en cuanto a funcionalidades; fue de utilidad en la obtención de PLD y EGS, sin embargo a partir de esta edad no se observa en su totalidad el largo el músculo LD, esto principalmente se debe al transductor rectal que se utilizó, por esta razón en diversos trabajos se recomienda el uso de un transductor con una pisada lineal, esto con la finalidad de tener mayor amplitud de imagen; por otro lado, el equipo SNS trabajó con el mismo tipo de transductor rectal y en este, si se pudieron observar imágenes adecuadas tanto del largo del LD, como de la PLD y EGS desde los 30 hasta los 75 días de edad; de aquí la importancia de realizar el estudio de ultrasonido *in vivo* en intervalos quincenales, ya que de acuerdo a los resultados de imágenes, monitoreamos hasta que tiempo de edad podemos observar en su totalidad el músculo LD en el periodo al post- destete, utilizando como herramienta los equipos de ultrasonido con los que cuenta el centro, (figuras 26, 27, 28 y 29).

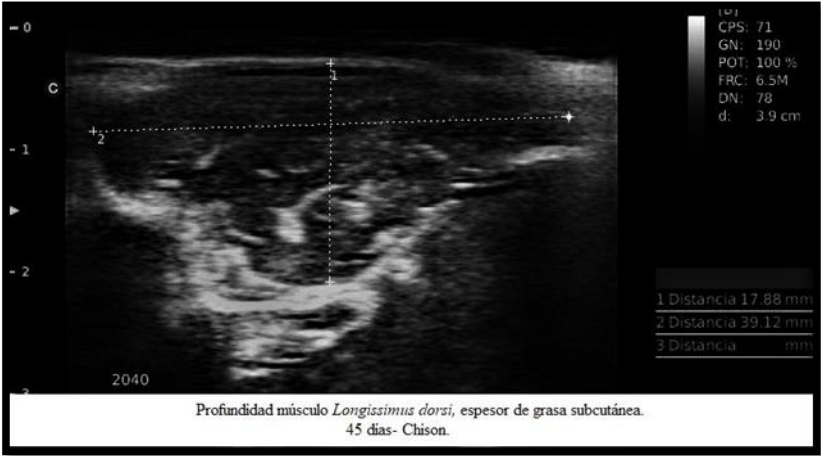
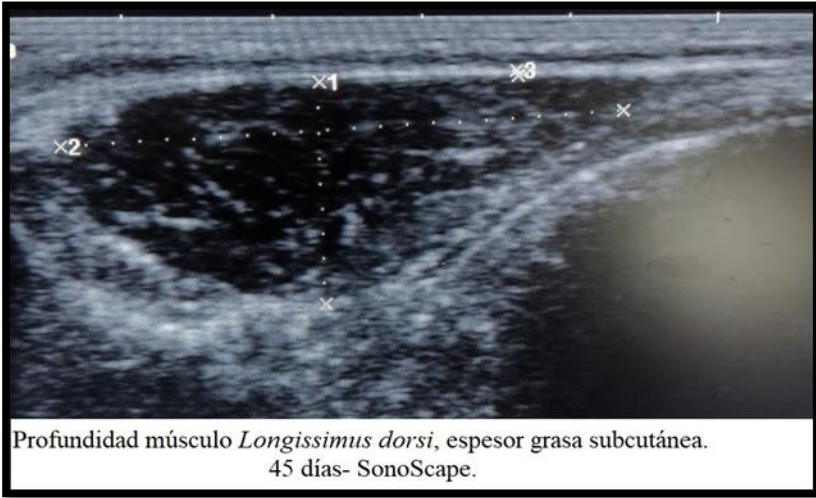
Para los 90 días de edad, ambos equipos de ultrasonido CHSN, SNS son útiles en la medición de las características PLD y EGS en corderos *in vivo*; en cuanto a la calidad de imágenes y funcionalidades CHSN trabajó de una manera más adecuada en comparación con SNS, (figuras 30 y 31).

- Figuras 22, 23 corderos cruza, EF×PBY 30 días de edad.

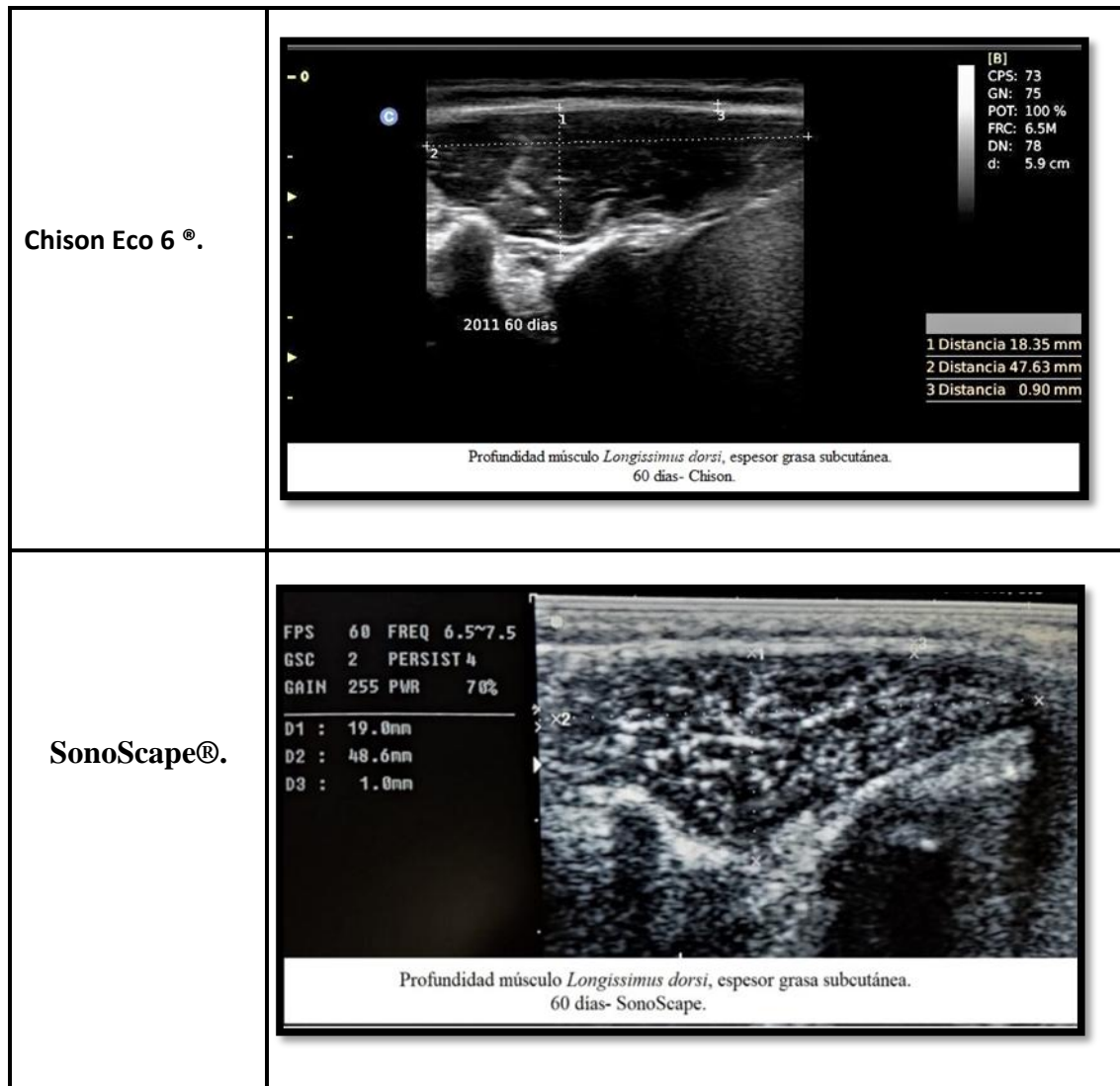




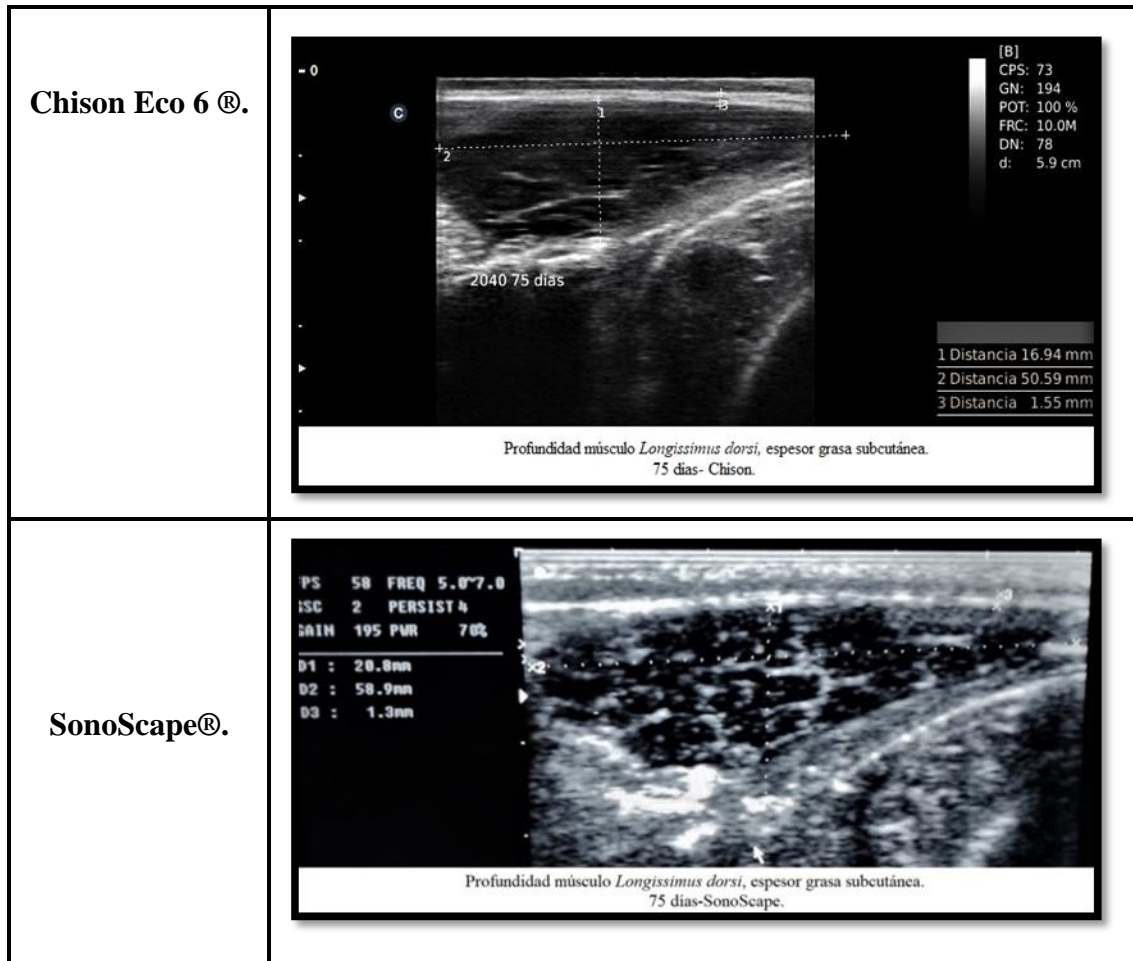
- Figuras 24, 25 corderos cruza, EF×PBY 45 días de edad.

<p><b>Chison Eco 6</b> ®</p>	 <p>Profundidad músculo <i>Longissimus dorsi</i>, espesor de grasa subcutánea. 45 días- Chison.</p>
<p><b>SonoScape®.</b></p>	 <p>Profundidad músculo <i>Longissimus dorsi</i>, espesor grasa subcutánea. 45 días- SonoScape.</p>

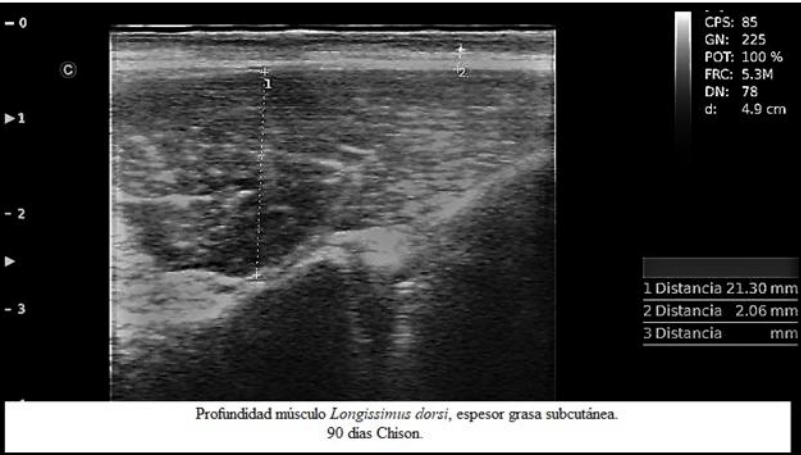

- Figuras 26, 27 corderos cruza, EF×PBY 60 días de edad.



- Figuras 28, 29 corderos cruza, EF×PBY 75 días de edad.



- Figuras 30, 31 corderos cruza, EF×PBY 90 días de edad.

<p><b>Chison Eco 6 ®.</b></p>	 <p>Profundidad músculo <i>Longissimus dorsi</i>, espesor grasa subcutánea. 90 días Chison.</p> <table border="1" data-bbox="1193 304 1356 640"> <tr> <td>CPS:</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>GN:</td> <td>225</td> </tr> <tr> <td>POT:</td> <td>100 %</td> </tr> <tr> <td>FRC:</td> <td>5.3M</td> </tr> <tr> <td>DN:</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>d:</td> <td>4.9 cm</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="1193 556 1356 640"> <tr> <td>1 Distancia</td> <td>21.30 mm</td> </tr> <tr> <td>2 Distancia</td> <td>2.06 mm</td> </tr> <tr> <td>3 Distancia</td> <td>mm</td> </tr> </table>	CPS:	85	GN:	225	POT:	100 %	FRC:	5.3M	DN:	78	d:	4.9 cm	1 Distancia	21.30 mm	2 Distancia	2.06 mm	3 Distancia	mm
CPS:	85																		
GN:	225																		
POT:	100 %																		
FRC:	5.3M																		
DN:	78																		
d:	4.9 cm																		
1 Distancia	21.30 mm																		
2 Distancia	2.06 mm																		
3 Distancia	mm																		
<p><b>SonoScape®.</b></p>	 <p>Profundidad músculo <i>Longissimus dorsi</i>, espesor grasa subcutánea. 90 días-SonoScape.</p> <p>2012 90 días</p>																		

## Capítulo 2. Evaluación de la canal.

Los siguientes resultados corresponden a los pesos vivos PV, pesos de las canales calientes PCC, pesos de las canales frías PCF y temperaturas finales de las canales TFC, °C de los corderos matados en tiempo de 30, 60 y 90 días de edad.

En los cuadros 9 al 11, se muestran las medias de las diferentes características evaluadas, de los corderos matados a tres diferentes tiempos de edad 30, 60 y 90; se observa un menor CV % en el peso de la canal fría a medida que aumentan la edad para la matanza siendo menor en el día 90, con respecto al rendimiento de la canal para los 30 días el resultados fue de (47.35%), mayor a los 60 días con (49.45%), y a los 90 días disminuyo con (41.66%), estos datos son adicionales al trabajo, se incluyen para comparación con futuras investigaciones.

Cuadro 9. Evaluación de la canal en corderos de 30 días de edad cruza, EF×PBY.

<b>Variable.</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PV, (kg).</b>	3	12.1	4.85	40
<b>PCC, (kg).</b>	3	5.73	2.255	39.35
<b>PCF, (kg) 24 hrs- 4°C.</b>	3	5.56	2.250	40.46
<b>TFC, °C.</b>	3	4.53	0.25	5.51

D.E (desviación estándar), C.V (coeficiente de variación).

Cuadro 10. Evaluación de la canal en corderos de 60 días de edad cruza, EF×PBY.

<b>Variable.</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PV, (kg).</b>	3	21.17	2.44	11.52
<b>PCC, (kg).</b>	3	10.47	0.83	7.92
<b>PCF, (kg) 24 hrs- 4°C.</b>	3	9.5	1.2	12.63
<b>TFC, °C.</b>	3	4.83	0.61	12.62

Cuadro 11. Evaluación de la canal en corderos de 90 días de edad cruza, EF×PBY.

<b>Variable.</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>CV. %</b>
<b>PV, (kg).</b>	3	30.37	3.40	11.19
<b>PCC, (kg).</b>	3	12.47	1.10	8.82
<b>PCF, (kg) 24 hrs- 4°C.</b>	3	11.69	1.06	9.06
<b>TFC, °C.</b>	3	4.38	0.31	7.07

### **Capítulo 3. Mediciones *post-mortem*.**

De los resultados obtenidos en este capítulo, es útil la comparación de cuál de los dos equipos de ultrasonido maneja un mejor funcionamiento en cuanto a las características de PLD y EGS *in vivo* obtenidos en “mm”, en comparación con las mismas evaluadas *post-mortem* en las canales frías de corderos matados a los 30, 60, y 90 días de edad. En los cuadros 12 al 14, se presentan los resultados de medias para las características PLD y EGS *in vivo-post-mortem*.

Cuadro 12. PLD y EGS (mm), obtenida con ultrasonido *in vivo* y en la canal fría de corderos con 30 días de edad.

<b>Variable (mm).</b>	<b>n</b>	<b>Media.</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>PLD Chison *in vivo.</b>	3	12.95	3.56	27.49
<b>PLD SonoScape *in vivo.</b>	3	14.13	2.97	21.01
<b>PLD en la canal fría *post-mortem.</b>	3	15.97	3.4	21.28
<b>EGS Chison *in vivo.</b>	3	0.57	0.15	26.80
<b>EGS SonoScape *in vivo.</b>	3	0.5	0.36	72.11
<b>EGS en la canal fría *post-mortem.</b>	3	0.8	0.1	12.50

D.E (desviación estándar), C.V (coeficiente de variación).

Cuadro 13. PLD y EGS (mm), obtenida con ultrasonido *in vivo* y en la canal fría de corderos con 60 días de edad.

<b>Variable (mm).</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V.%</b>
<b>PLD Chison *in vivo.</b>	3	19.57	1.55	7.94
<b>PLD SonoScape *in vivo.</b>	3	18.93	1.35	7.13
<b>PLD en la canal fría *post-mortem.</b>	3	25.9	2.31	8.91
<b>EGS Chison *in vivo.</b>	3	0.9	0	0
<b>EGS SonoScape *in vivo.</b>	3	1.03	0.15	14.83
<b>EGS en la canal fría *post-mortem.</b>	3	0.77	0.35	45.61

Cuadro 14. PLD y EGS (mm), obtenida con ultrasonido *in vivo* y en la canal fría de corderos con 90 días de edad.

Variable (mm).	n	Media	D.E.	C.V.%
PLD Chison *in vivo.	3	23.33	1.97	8.42
PLD SonoScape *in vivo.	3	23.57	0.81	3.46
PLD en la canal fría *post-mortem.	3	28.27	1.70	6.02
EGS Chison *in vivo.	3	1.37	0.21	15.19
EGS SonoScape *in vivo.	3	1.5	0.26	17.64
EGS en la canal fría *post-mortem.	3	1.03	0.42	40.42

#### Capítulo 4. Aplicación de fórmulas para la obtención de diámetro de ojo de chuleta.

Para calcular el área del diámetro de chuleta DCH, expresada en (cm<sup>2</sup>) de las canales frías de corderos matados con 30, 60, y 90 días de edad, se aplicaron tres diferentes técnicas: la primera fue la de cuadrícula graduada CG, la segunda AF1 y tercera AF2 fueron la aplicación de dos distintas fórmulas específicas para la obtención del DCH antes mencionadas:

- **AF1.**  $AMLD\ cm^2 = ([A / 2 \times B / 2] ) \times \pi$ . (Morales *et. al.*, 2020; Costa *et al.*, 2012)
- **AF2.**  $AMLD\ cm^2 = (Ancho\ del\ músculo\ LD \times profundidad\ LD \times 0.8cm)$  (Hopkins, 1993)



En cuanto a los resultados presentados en los cuadros 15 al 17, podemos observar las medias en la aplicación de las tres técnicas para la obtención de DCH, en canales frías de corderos con distintas edades principalmente a los 30 y 90 días de edad.

Los coeficientes de variación CV %, se observaron entre 3.18% para el (AF2, del DCH a los 90 días),  $\pm$  y 30.18% para el (AF1 del DCH a los 30 días), observándose mayor variación a los 30 días de edad.

Cuadro 15. DCH aplicando tres diferentes técnicas CG, AF1, y AF2 en corderos de 30 días de edad, cruce EF×PBY.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %</b>
<b>CG, LD cm<sup>2</sup></b>	3	4.51	0.65	14.41
<b>AF1, LD cm<sup>2</sup>.</b>	3	5.4	1.63	30.18
<b>AF2, LD cm<sup>2</sup>.</b>	3	5.57	1.67	29.98

D.E (desviación estándar), C.V (coeficiente de variación).

Cuadro 16. DCH aplicando tres diferentes técnicas CG, AF1, y AF2 en corderos de 60 días de edad, cruce EF×PBY.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V. %.</b>
<b>CG, LD cm<sup>2</sup>.</b>	3	8.17	1.34	16.40
<b>AF1, LD cm<sup>2</sup>.</b>	3	10.11	1.28	12.66
<b>AF2, LD cm<sup>2</sup>.</b>	3	10.37	1.31	12.63

Cuadro 17. DCH aplicando tres diferentes técnicas CG, AF1, y AF2 en corderos de 90 días de edad, cruce EF×PBY.

Variable	n	Media	D.E.	CV. %
CG, LD cm <sup>2</sup> .	3	11.18	0.74	6.61
AF1, LD cm <sup>2</sup> .	3	12.07	0.390	3.23
AF2, LD cm <sup>2</sup> .	3	12.31	0.392	3.18

## IX. DISCUSIÓN.

- **Mediciones *in vivo* y *post-mortem* de la PLD y EGS.**

La comparación del funcionamiento de dos diferentes equipos de ultrasonido, para la evaluación del DCH en corderos de diferentes edades 30, 60 y 90 días fue el principal objetivo de este trabajo, en este sentido, encontramos trabajos como los de; Hopkins *et al.*, (1993) quienes concluyen que las medidas ultrasónicas pueden ser importantes para seguir la evolución de los animales a lo largo del ciclo de crecimiento. En base al funcionamiento de los dos equipos, nos pudimos dar cuenta que no es de practicidad la utilización de un transductor rectal para una evaluación indirecta del LD en corderos con 30 días de edad, ya que se observó que estos presentan un espacio intercostal reducido y poca cobertura de grasa dorsal, dificultando la observación del LD y la medición del EGS; en este sentido Mc Ewan *et al.*, (1989) y Hopkins *et al.*, (1990) mencionan que se pueden obtener buenos resultados al ser usado en ovinos adultos (con alto engrasamiento), sin embargo se muestran dificultades al medir el espesor de grasa en animales con muy bajo engrasamiento, de igual manera al ser animales con un peso corporal bajo se recomienda utilizar un acople de silicona para manejar una mejor profundidad de ultrasonido. En cuanto a la

obtención de la medición del largo del músculo LD, ninguno de los dos equipos pudo llegar hasta los 90 días de edad, esto debido a la poca amplitud que mostraban las imágenes consecuente del transductor tipo rectal utilizado, la edad límite en este trabajo para poder realizar el estudio de ultrasonido con ambos equipos sería a los 60 días, enfocado en una evaluación cárnica indirecta de corderos provenientes de un sistema de leche; con respecto a esto, Bufa, (2004) argumenta que el tipo de transductor tiene un efecto importante en cuanto a las mediciones a través del ultrasonido, las asociaciones de ancho de músculo *in vivo* y en la canal pueden verse afectadas por: baja definición lateral de la sonda; tamaño de onda, ya que a menor tamaño, causa mayores errores en las estimaciones; de igual manera Partida de la peña, (2008) recomienda un transductor tipo lineal para evaluación de carne en ovinos, porque se le puede instalar un adaptador que se acopla a la curvatura del cuerpo, permitiendo un mayor nivel de contacto y mejor conducción acústica.

En relación con los resultados *post-mortem* de PLD y EGS encontramos disimilitud desde los 30 hasta los 90 días de edad en la comparación con las mismas obtenidas *in vivo*, en relación con las funcionalidades el equipo CHSN fue más certero para EGS y SNS para PLD; Para los 30 días las diferencias se debieron al tamaño de los corderos como se mencionó anteriormente, en este sentido encontramos que; Azzarini *et al.*, (1999) reporta, en animales con bajo engrasamiento de cobertura, se observa una baja definición entre los límites de los músculos *longissimus dorsi* y músculo *multifido* en su porción torácica, esta baja definición anatómica observada en los estudios de ultrasonido fue el principal factor en las diferencias de resultados *in vivo- post-mortem*. En cuanto a los 60 días se puede decir que el músculo LD sufre cambios esto

debido al tiempo de maduración en frío, al respecto Cantón *et al.*, (2027) evalúan la pérdida de agua del músculo LD en canales de ovinos según el tiempo de maduración, e indican que este pierde hasta 0.53% a la 24 horas de maduración en frío y mencionan que los machos registran una mayor pérdida de agua. Un punto importante a discutir, es que durante el periodo de 60 días de edad se realizó el manejo de destete, este fue un factor para observar la disminución del EGS en canal fría en comparación con los 30 días de edad, esto debido al estrés y al cambio de alimentación de lactancia natural a forraje, concentrado; respecto al estrés Searle *et al.*, (1976) menciona que el destete del cordero se acompaña en la mayor parte de los casos de un estrés, que provoca una modificación de la composición corporal, dando lugar a una pérdida de grasa o a una caída brusca en la acumulación de grasa corporal; en comparación con los 30 días en donde los corderos presentaron mayor cantidad de EGS en canal fría; Castellanos, (1982), Bell *et al.*, (1987) y Martínez *et al.*, (2015) mencionan que el incremento en la tasa de depósito de grasa en los animales sin destetar, muestra una relación directa con el suministro de ácidos grasos provenientes de la leche, que se caracteriza por poseer un alto contenido de grasa.

Para los 90 días de edad, observamos un aumento en cuanto a la medición *post-mortem* de la PLD en comparación con la *in vivo* en relación con esta idea; Fortin *et al.*, (1986), describe que el músculo LD al enfriarse cambia su forma, tendiendo a redondearse, lo que provocaría un aumento de aproximadamente un 10 % en las mediciones de la profundidad del mismo en la canal, en comparación con aquellas realizadas por ultrasonido. Los resultados del EGS *in vivo*, de igual manera fueron menores en la comparación *post - mortem*; al respecto Young *et al.*, (1994), menciona

que un daño en los tejidos durante el sacrificio, sucede cuando se remueve la piel de la canal y parte de la grasa subcutánea puede ser removida con éste, el proceso de faenado fue un factor que origino la diferencia de EGS en la canal ya que al ser animales tan livianos la poca cobertura de grasa se quedo adherida a la piel, de igual manera la disminución en cuanto a la medición del EGS en la canal fría se pudo deber a un acortamiento de la grasa de cobertura por el frío por lo más mínima que fuera; Bianchi *et al.*, (2007) explica que está demostrado que una mayor cantidad de grasa de cobertura protege a las fibras musculares del acortamiento por el frío y de las pérdidas durante la conservación, lo que genera una disminución de esta grasa; en relación con esta idea, las canales obtenidas en este presente trabajo tenían muy poca cobertura de grasa dorsal o subcutánea y según la (NMX-FF-106-SCFI- 2006), se clasificarían en lechales (perirenal abundante), livianos (de 1 a 3mm grasa dorsal), la poca grasa subcutánea que presentaron las canales de los corderos fue afectada por la maduración en frío, y como resultado se observo una disminución de esta . En base a esto podemos decir que la utilización del ultrasonido como herramienta para una evaluación cárnica en corderos livianos, nos ayuda a obtener medidas de aproximación del músculo LD, ya que la canal sufre cambios pre- post maduración en frío.

- **Evaluación de la canal.**

Según menciona la norma (NMX-FF-106-SCFI- 2006), se considera cordero lechal a los que presentan un peso al sacrificio de hasta 12 kg, cordero liviano aquellos que llegan con un peso al sacrificio de hasta 38 kg; los corderos de este trabajo se encuentran en estas dos clasificaciones de acuerdo a su PV y PCC, sin embargo algo

que en la norma no considera, es que los parámetros de la canal a nivel nacional consideran tanto razas de pelo, lana y diferentes cruzas teniendo una variación alta en cuanto a la uniformidad de los mismos. Partida de la Peña *et al.*, (2017) nos menciona que: “*El grado de clasificación es estrecho, de acuerdo con la variación de las características genéticas de las poblaciones de ovinos en México*”.

En cuanto a los resultados de PCC, fueron de 5.73 kg a los 30 días, 10.47 kg a los 60 días y 12.47 kg a los 90 días; García *et al.*, (1998) obtuvo a los tres meses de edad en corderos raza Pelibuey machos castrados un promedio de 10.46 kg en PCC, lo que nos demuestra que la craza de corderos East-Friesian×Pelibuey utilizada en el presente trabajo obtuvo mejores pesos con respecto a las canales calientes. Como un resultado adicional, los rendimientos de canales expresados en porcentaje fueron más altos a los 60 días obteniendo 49.45%, los más bajos surgieron a los 90 días con 41.66%, y 47.35% a los 30 días de edad; Duarte *et al.*, (2009) señalan que el desarrollo corporal en corderos de pelo está altamente relacionado con el peso vivo y la capacidad de llenado del tracto gastrointestinal, esto se relaciona con el bajo rendimiento de canal que se obtuvo a los 90 días de edad ya que los corderos presentaban mayor desarrollo del tracto gastrointestinal. El rendimiento de la canal puede variar de 45 a 52%, incluso estar entre 56 y 58% en razas de pelo de rápido crecimiento (Villalobos *et al.*, 2006; Gurrola *et al.*, 2017). De esta forma, y de acuerdo a los datos que obtuvimos en el presente trabajo, los corderos que se mataron al día 60 presentan un mejor rendimiento en canal. Los PCF, se encontraron en un promedio de 5.56 kg a los 30 días, 9.5 kg a los 60 días y 11.69 kg a los 90 días. Se perdió mayor peso en las canales frías de 60 días de edad 0.97 kg; Martínez, (2014) menciona que las canales en refrigeración presentan un porcentaje de merma en

cuanto al peso del 5 al 7 %; la merma para los PCF de este trabajo a los 60 días de edad fue de 9.2%, 3% para los 30 días y 6.25% a los 90 días.

- **Obtención del Diámetro de ojo de chuleta del músculo *Longissimus dorsi*.**

Para la técnica de CG en relación con el presente trabajo, podemos decir que no es de suma practicidad para la obtención del DCH, ya que se observó que es poco certera en cuanto al cálculo del área principalmente en canales frías de corderos con 30 días de edad, esto debido al poco tamaño que tenía el músculo LD y se observaron diferencias, en cuanto al resultado de medias en comparación con las dos fórmulas aplicadas AF1 y AF2; por otro lado, en relación a estas dos técnicas matemáticas podemos decir que, su aplicación para el cálculo del DCH es de importancia y de mayor practicidad, ya que la diferencia en cuanto a medias entre ellas fue menor. Para el caso particular de este trabajo, se propone la futura utilización de estas fórmulas en corderos en pie desde los 30 días (pre-destete), hasta los 60 días de edad (destete), esto con el objetivo de obtener un aproximado de cuál sería el área del DCH, obviamente utilizando el ultrasonido como herramienta para su medición, de esta manera podríamos tener como resultados: buenas predicciones en cuanto a el rendimiento de cortes a detalle en canales de corderos cruza East Friesian × Pelibuey, se evitaría la matanza de corderos que presentarían poco rendimiento de cortes a detalle entre etapas al pre y post- destete, y de igual manera se podría homogenizar el producto final cárnico “rack de cordero” en cuanto a gramaje y tamaño en el mercado de la FMVZ-UNAM.

## **X. CONCLUSIÓN.**

Se concluye que los dos diferentes equipos de ultrasonido utilizados en el presente trabajo tienen una aplicación práctica como herramienta para la evaluación de las características *in vivo* de la PLD y EGS, en corderos machos cruza East Friesian × Pelibuey con 30, 60 y 90 días de edad provenientes de un sistema de producción de leche.

Se observó, que el uso de dos diferentes fórmulas para la obtención del DCH en canal fría, son de mejor practicidad en comparación con la técnica de cuadrícula graduada.

## **XI. PERSPECTIVAS.**

1. Como anteriormente ya se mencionó, los equipos de ultrasonido utilizados en el presente trabajo son de utilidad para la obtención de ciertas características del músculo LD (PLD, EGS y DCH); lo cual permitirá tener datos concretos de esas variables, que en algún momento, puedan ser usadas para el desarrollo de programas de mejoramiento genético, en corderos East Friesian × Pelibuey provenientes de un sistema de producción de leche, esto con el objetivo principal de obtener corderos uniformes para la matanza en los tiempos al pre y post- destete, trabajar con las canales livianas de los mismos, obtener un producto final de mejor calidad que para este caso sería el de cortes primarios y también, aumentar la productividad en cuanto a productos cárnicos y así, obtener mejores ganancias económicas adicionales a las obtenidas por la producción de la leche.
2. Para futuras investigaciones de ultrasonografía, relacionadas con el músculo LD de corderos con diferentes edades, la utilización de un transductor lineal y



acople de silicona serían de suma ayuda, para obtener mejores visualizaciones de la zona de interés del músculo, así las mediciones de PLD y EGS se aproximarían más en comparación con las mismas en canal; en relación con la obtención del DCH por medio de ultrasonido en corderos en pie, se podría aplicar de una mejor manera y en un mayor rango de edad.

## **XII. REFERENCIAS.**

1. Aguilar, M., Cecilio. U., Berruecos. V., José M., Espinoza G., Bertha. S.C., José. C., Antonio R. (2017). Origen Historia y situación actual de la oveja pelibuey en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 20, No. 3, p. 429-439. Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México. Recuperado el 12 de agosto del 2022, <https://www.redalyc.org/pdf/939/93953814003.pdf>.
2. Aguilar, H. E., Chay. C. A.J., Gómez. V., A., Magaña. M., J.G., Ríos., F.G., Cruz. H.A. (2016). Relationship of ultrasound measurements and carcass traits in Pelibuey ewes. *Journal Animal and Plant Science*. Vol. 26, p. 325 - 330.
3. Arteaga, C.J.D.D. Catálogo de razas. Asociación mexicana de criadores ovinos. (2007). México. Recuperado el 18 de septiembre del 2022, [https://www.uno.org.mx/razas\\_ovinas/catalogo\\_razas.pdf](https://www.uno.org.mx/razas_ovinas/catalogo_razas.pdf).
4. Ashdown. R. R., Done S. H., Barnett. S. W. (2011). Atlas en color de anatomía veterinaria: rumiantes. Barcelona: Elsevier.
5. Azzarini, M., Cardellino. R.A., Castells. D. (1999). Empleo de la ultrasonografía en ovinos. Correlaciones entre mediciones in vivo y post

- mortem en corderos pesados. S.U.L. Producción ovina. Vol. 12 p. 27-35.
6. Bell, AW., Bauman. DE., Currie. WB. (1987). Regulation of nutriente partitioning and metabolism during preand postnatal growth. Journal of Animal Science. Vol 65, p.186-212.
  7. Bellenda, O. G. (2000). La ultrasonografía aplicada a la calidad y capacidad carnicera en el animal vivo. Recuperado el 22 de septiembre del 2022, <http://www.ecografiavet.com>.
  8. Bianchi, G., Garibotto. G., Franco. J., Ballesteros. F., Feed. O., Bentancour. O. (2007). Calidad de canal y carne de cordero: su medición y factores involucrados. Jornadas Uruguayas de Buiatria. p.136-149.
  9. Blanco, H.C.I. (2021). Relación entre la composición tisular de la canal y medidas por ultrasonido en corderos Blackbelly. Tesis licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Médico Veterinario Zootecnista. Villahermosa, Tabasco.
  10. Bobadilla, S. E. E., Flores. P., J. P., y Perea. P., M. (2017). Comercio exterior del sector ovino mexicano antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. Economía y Sociedad, p. 35-49.
  11. Bobadilla, S.E. E., Ochoa. A., F., y Perea-Peña, M. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. Agronomía Mesoamericana. Recuperado el 23 de septiembre del 2022, <https://www.redalyc.org/journal/437/43768194018/43768194018.pdf>
  12. Boggs, L. D. (2006). Livestock and Carcasses. An Integrated, Approached to Evaluation, Grading and Selection, 6a. ed., Kendall Hunt. Iowa. EUA, p. 262.
  13. Buffa, H. M., Pereira. P. J.P. (2004). Mediciones del musculo Longissimus

- dorsi y de cobertura de grasa en corderos pesados y su relación con el grado de terminación y rendimiento de cortes valiosos en frigorífico. Tesis de Ingeniería Agrónomo. Montevideo. Uruguay.
14. Cantón, C.J., Alcaraz. R.R., Domínguez. R.A., Quintal. F.J.A., Piña. C.B.A., (2019). Cortes selectos de la canal de corderos cruzados katahdín – pelibuey alimentados con *Medicago sativa* L. Revista agroproductividad. Vol. 12, Núm. 10, p. 37-40. México.
  15. Carbajal, E.A.T. (2002). Predicción de características de canal de importancia económica en corderos finalizados en corral a partir de variables de comportamiento productivo. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California.
  16. Castellanos, A., Valencia. M. (1982). Estudio cuantitativo y cualitativo de la producción láctea de la borrega Pelibuey. Producción Animal Tropical Volumen 7, p. 245-255.
  17. Cesa, A., Álvarez. M., Villa. M., Villareal. E. (2010). Protocolo de obtención y medición de imágenes de ojo de bife en pequeños rumiantes. INTA. Recuperado el 3 de octubre del 2022, [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-\\_protocolo\\_de\\_obtencion\\_y\\_medicion\\_de\\_imagenes\\_d.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_protocolo_de_obtencion_y_medicion_de_imagenes_d.pdf).
  18. CEPIPSA, FMVZ-UNAM. Recuperado el 3 de octubre del 2022, <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/cepipsa/acerca.html>.
  19. Chay, C. A. J., García. H. R. A., Magaña. M. J. G., Macías. C. U., Luna. P. C. (2019). Productividad de ovejas Pelibuey y Katahdin en el trópico húmedo. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. Vol. 6. No.16. Recuperado

el 3 de octubre de 2022, <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1872>.

20. Consejo Mexicano de la Carne, (COMERCARNE). (2022). Compendio estadísticos 2022.
21. Costa, R. G., Lima. A. G.V.O., Oliveira. C. F.S., Azevedo. P. S., Medeiros. A.N. (2012). Using diferrent methodologies to determination the loin eye area in sheep. Archivos de Zootecnia, Vol. 61, p. 615-618.
22. Díez, B. N. (1992). Principios Básicos De La Ecografía, Facultad de Veterinaria Madrid. Vol. 12, p.9. Recuperado el 25 de septiembre del 2022, <https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/11307064v12n3/11307064v12n3p138.pdf>
23. Duarte, V. F., Sandoval. C. C., y Sarmiento. F. L. (2009). Empleo del modelo SRNS para predecir la ganancia de peso en ovinos machos Pelibuey en crecimiento. Archivos de Zootecnia, Vol. 58, p. 671-681.
24. Duran, O.D., Trujillo. N. Y. (2010). La ultrasonografía técnica emergente en la producción de carne ovina de calidad. Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa Ingeniería de Alimentos, Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos” GINTAL”, Colombia, 5. Vol. 8, No. 2, p. 68-82.
25. Estrada, A., Dávila. A., Herrera. R. S., Robles, J. C., la O, O., Castro, B. I., Portillo, J. J., Ríos, F. G., y Contreras, G. (2012). Características de la canal y rendimiento de los cortes primarios de corderos alimentados con sorgo escobero. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 46 No 2, p. 145–150.
26. Fortin, A., Shrestha. J. N. B. (1986). In vivo estimation of carcass meat by ultrasound in ram lambs slaughtered at an average live weight of 37 Kg.

- Animal Production. Vol. 43, p. 469-475.
27. García, O. C., Oliva. H. J., Osorio. A.M.M., Torres. H.G., Hinojosa. C. A.J., González. G. R. (2017). Influencia materna en el crecimiento predestete y características de la canal de corderos de pelo. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Cárdenas, Tabasco, México. Vol. 4. No. 10. Recuperado el 19 de septiembre del 2022, <https://doi.org/10.19136/era.a4n10.818>.
  28. Garibotto, G., Bianchi. G., Caravia. V., Castells. D., Cassareto. A., Bentancur. O. (2001). Algunas herramientas tecnológicas hacia la intensificación de la producción de carne ovina en la raza Corriedale Anuario. Sociedad de Criadores de Corriedale del Uruguay. p. 66-71.
  29. Gracey, J.E. (1989). Higiene de la carne. 8a ed. Interamericana McGrawHill, Madrid, España. p. 521.
  30. Gresham, J. D., (2000). Directions for utilizing Pie medical food animal ultrasound technology (Pie scanner sc-200). University of Tennessee Martin, TN, USA.
  31. Hernández, E. D. F., H. J. Oliva. C. A. Pascual. C. J. A. Hinojosa. (2012). Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: estudio preliminar. Revista Científica. Vol. 22, p.24-31. Recuperado el 12 de diciembre del 2022, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95921743004>.
  32. Hernández, M. J. A., Valencia. P. M., Ruíz. N. J. E., Mireles. A., A. I., Cortez. R., C., Gallegos. S. J. (2017). Contribution of Sheep Breeding To the Livestock Sector in Mexico. Agro productividad, Vol.10. No.3, p. 87– 93.
  33. Hopkins, D. L., Pirlot. K. L., Roberts. A. H. K., Beattie. A. S. (1993).

- Changes in fat depths and muscle dimensions in growing lambs as measured by real-time ultrasound. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 33, p. 707-712. Recuperado el 12 de septiembre del 2022, <https://doi.org/10.1071/EA9930707>.
34. Hopkins, D. L. (1990). The use of ultrasound to predict fatness in lambs. *Meat science*. Vol.27, p. 275-281. Recuperado el 12 de septiembre del 2022 [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(90\)90065-E](https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90065-E).
35. Martínez, E. D. (2014). Evaluación de corderos en pie y en canal. México: Trillas. ISBN: 978-607-17-1778-8.
36. Martínez, E.D. (2020). Características de la canal y de la carne de corderos de un sistema intensivo. *Revista Ciencias Veterinarias*, Vol. 38. No. 1, p.17–27. Recuperado el 5 de octubre del 2022, <https://doi.org/10.15359/rcv.38-1.2>.
37. Martínez, G., S., Escalera. V., F., Gómez. D. AA., Plascencia. A., Loya. O. JL., Ramírez. R. JC. (2015) Influence of levels of DL-malic acid supplementation on milk production and composition in lactating Pelibuey ewes and pre-weaning weight gain of their suckling kids. *Journal of Applied Animal Research*. Volumen 43, p. 92-96.
38. May, N.D.S. (1974). Anatomía del Ovino. Hemisferio sur. 1ª ed. Buenos Aires, Argentina.
39. Mc, Ewan., J. C., Clarke. J. N., Knowler, M. A., Wheeler. M., (1989). Ultrasonic fat depths in Romney lambs and Hoggets from lines selected for different production traits. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*. Vol. 49, p. 113-119.
40. Montero, A., Huerta. L. N., Rodas. G. A., Arenas de Moreno. L. (2014).

Fabrication and variation of the cut-out yield of beef carcasses in Venezuela: anatomical description of the process and equivalency of cut nomenclature to North American counterparts. *Nacameh*, Vol. 8, No.1, p. 1-22.

41. Morales, M. M.A., Arce. R. C., Mendoza. T. M.M., Luna. P.C., Ramírez. B.M.A., Piñeiro. V., A.T., Vicente. P.R., Tedeschi. L.O., Chay, C. A.J. (2020). Developing equations for predicting internal body fat in Pelibuey sheep using ultrasound measurements. *Small Ruminant*. Recuperado el 23 de noviembre del 2022, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106031>.
42. NMX-FF-106-SCFI-2006, “Productos Pecuarios Carne de Ovino en Canal Clasificación”.
43. NOM-033-SAG/ZOO-2014, “Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres”.
44. Partida de la Peña, J. A., Braña. V D., Jiménez. S. H., Ríos. R. F. G., y Buendía. R. G. (2013). Producción de carne ovina. INIFAP. Libro Técnico No. 5, p. 7-21. ISBN: 978-607-37-0036-8.
45. Partida de la Peña, J.A. (2008). Uso de la ecografía para determinar la composición corporal de los ovinos, INIFAP. Recuperado el 18 de noviembre del 2022, <https://www.uno.org.mx/sistema/pdf/cienciasdelacarne/usodelaecografia.pdf>.
46. Partida de la Peña, J.A., Ríos. R G.F., Lino de la Cruz. C., Domínguez V. I.A., Buendía R. G. (2017). Caracterización de las canales ovinas producidas en México. *Rev. Mex. Cien. Pecu.* ; Vol.8. No. 3, p. 269-277.
47. -----, (2010). Uso de la ecografía para determinar la composición corporal de los ovinos. Recuperado el 12 de Noviembre de 2022,

<http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/cienciasdelacarne/usodelaecografia.pdf>

48. -----, Calidad de la carne de ovino. (2009). Memorias del Curso Avances en Nutrición Ovina III. Universidad Autónoma Del Estado De México, p. 1-12.
49. Partida de la Peña, J. A., V. D. Braña. (2011) Metodología para la evaluación de la canal ovina; Folleto Técnico INIFAP, p. 2-57.
50. SIAP, (2021). (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Resumen Nacional Producción, Precio, Valor, Animales Sacrificados y Peso, <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario>.
51. Silva, S., Guedes. C., Rodrigues. S., and Teixeira. A. (2020) Non-destructive imaging and spectroscopic techniques for assessment of carcass and meat quality in sheep and goats: A review. *Foods*, Vo. 9 No.8.
52. Souza, D. A., Selaive, Villarroel, A. B., Pereira, E. S., Silva, E. M. C., and Oliveira, R. L. (2016). Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs bred from Santa Inês sheep. *Small Ruminant*, p.76–80, Recuperado el 9 de diciembre del 2022 <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.017.pdf>
53. Villalobos, G., Rodríguez. A., F. A., Lara. C., G., Estrada. J. C., Zapata. M., Domínguez. D. (2006). Evaluation of animal performance in crossbred hair lambs fed with a high concentrate diet. *Animal Science*, Vol.57 No.1, p. 387.
54. Young, M. J., Deaker. J. M. (1994). Ultrasound measurements predict estimated adipose and muscle weights better than carcass measurements.



Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production. Vol. 54, p.  
215-217. Recuperado el 24 de noviembre del 2022,  
<http://www.nzsap.org/system/files/proceedings/1994/ab94054.pdf>.