



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN**

**USO DEL ULTRASONIDO COMO FORMA DE EVALUAR LA ECOTEXTURA
DEL CONTENIDO ESCROTAL EN MACHOS OVINOS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN DE OVINOS Y CAPRINOS

PRESENTA:
RODRÍGUEZ VILLANUEVA MARÍA DE LOURDES

ASESOR: M. en C. Gabriela Castillo Hernández
COASESORES: M. en MVZ. Omar Salvador Flores
Dr. José de Lucas Tron



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

Programa de Especialización en Producción de Ovinos y Caprinos

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Secretaría de Posgrado e Investigación

MMVZ. OMAR SALVADOR FLORES
Coordinador del Programa de Programa de Especialización
en Producción de Ovinos y Caprinos
P R E S E N T E

Me permito manifestar a usted que he estudiado la tesina que presenta para su examen de grado el (la) pasante **RODRÍGUEZ VILLANUEVA MARÍA DE LOURDES**, con la tesis denominada:

Uso del ultrasonido como forma de evaluar la ecotextura del contenido escrotal en machos ovinos.

Le concedo mi aprobación (✓).

No le concedo mi aprobación ()

Comentarios:

| |
|---|
| <p>Excelete trabajo, las dudas serán planteadas en el examen.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> |
|---|

ATENTAMENTE

Gabriela H.

M.C. GABRIELA CASTILLO HERNÁNDEZ
SECRETARIO

Fechas de:

Recepción de voto: 07-06-2021

Emisión final de voto: 11-06-2021

Solo en su caso:

Entrega de observaciones del jurado al alumno 08-06-2021

Entrega del alumno al jurado con las observaciones 10-06-2021

Estimado miembro del jurado, le recordamos que el tiempo de evaluación de la tesis es de **15 días hábiles** y hasta un máximo de **40 días hábiles** para emitir un dictamen definitivo.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Programa de Especialización en Producción de Ovinos y Caprinos
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Secretaría de Posgrado e Investigación

MMVZ. OMAR SALVADOR FLORES
Coordinador del Programa de Programa de Especialización
en Producción de Ovinos y Caprinos
P R E S E N T E

Me permito manifestar a usted que he estudiado la tesina que presenta para su examen de grado el (la) pasante
RODRÍGUEZ VILLANUEVA MARÍA DE LOURDES, con la tesis denominada:

Uso del ultrasonido como forma de evaluar la ecotextura del contenido escrotal en machos ovinos.

Le concedo mi aprobación (✓).

No le concedo mi aprobación ()

Comentarios:

Después de haber estudiado la tesina y de haber realizado las observaciones pertinentes, la alumna ha corregido en tiempo y forma de forma satisfactoria su trabajo por lo que le he concedido mi voto aprobatorio.
Algunas dudas serán resueltas al momento en que la alumna presente su examen de grado.

ATENTAMENTE

Alberto J. Cárdenas Padilla

MMVZ ALBERTO JORGE CÁRDENAS PADILLA
VOCAL

Recepción de voto: 08/06/2021

Fechas de:
Emisión final de voto: 12/08/2021

Solo en su caso: Entrega de observaciones del jurado al alumno 23/06/2021

Entrega del alumno al jurado con las observaciones 26/07/2021

Estimado miembro del jurado, le recordamos que el tiempo de evaluación de la tesis es de 15 días hábiles y hasta un máximo de 40 días hábiles para emitir un dictamen definitivo.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Programa de Especialización en Producción de Ovinos y Caprinos
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Secretaría de Posgrado e Investigación

MMVZ. OMAR SALVADOR FLORES
Coordinador del Programa de Programa de Especialización
en Producción de Ovinos y Caprinos
PRESENTE

Me permito manifestar a usted que he estudiado la tesina que presenta para su examen de grado el (la) pasante **RODRÍGUEZ VILLANUEVA MARÍA DE LOURDES**, con la tesis denominada:

Uso del ultrasonido como forma de evaluar la ecotextura del contenido escrotal en machos ovinos.

Le concedo mi aprobación

No le concedo mi aprobación ()

Comentarios:

| |
|---------|
| Ninguno |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

ATENTAMENTE

DR. VÍCTOR MANUEL DÍAZ SÁNCHEZ
PRESIDENTE

Fechas de:

Recepción de voto: 08-junio-2021

Emisión final de voto: 27-julio-2021

Solo en su caso: Entrega de observaciones del jurado al alumno
Entrega del alumno al jurado con las observaciones

Estimado miembro del jurado, le recordamos que el tiempo de evaluación de la tesis es de **15 días hábiles** y hasta un máximo de **40 días hábiles** para emitir un **dictamen definitivo**.

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM y a la FES Cuautitlán por darme la experiencia de prepararme como Especialista en producción ovina y caprina.

A mi asesora M. en C. Gabriela Castillo Hernández por su confianza, por compartir su conocimiento y guiarme en este trabajo.

A mis coasesores Dr. José de Lucas Tron y al M. en MVZ Omar Salvador Flores por brindarme su apoyo para la realización de este trabajo.

Al Lic. Oscar Rodríguez, por permitirme llevar a cabo este trabajo en el Rancho “La Finca”.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo especialmente a mis padres Verónica Villanueva S. y José Joel Rodríguez M., por su apoyo incondicional, enseñanzas, paciencia y comprensión, siempre estaré agradecida y orgullosa de ser su hija, los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos Gabriela y Joel por brindarme su apoyo y por sus consejos.

A mis abuelos, por ser inspiración y guía en mi vida.

A mi compañero Ernesto por estar a mi lado.

A los animales que formaron parte de este estudio.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1. Anatomofisiología del aparato reproductor del macho | 5 |
| 2.1.1. Testículos | 5 |
| 2.1.2. Epidídimo | 6 |
| 2.1.3. Plexo pampiniforme | 7 |
| 2.2. Ultrasonografía | 7 |
| 2.3. Ultrasonografía del testículo | 9 |
| 2.3.1. Parénquima testicular | 10 |
| 2.3.2. Epidídimo | 10 |
| 2.3.3. Plexo pampiniforme | 11 |
| 2.4. Lesiones testiculares detectadas por ultrasonografía | 11 |
| 2.5. Técnica de abordaje para ultrasonido del testículo | 13 |
| 3. OBJETIVOS | 14 |
| 3.1. Objetivo general | 14 |
| 3.2. Objetivos Particulares | 14 |
| 4. HIPÓTESIS | 14 |
| 5. MATERIAL Y MÉTODOS | 15 |
| 5.1. Localización y condiciones del rebaño | 15 |
| 5.2. Diseño experimental | 15 |
| 5.3. Mediciones testiculares y obtención de imágenes | 16 |
| 5.4. Análisis de las imágenes | 17 |
| 5.5. Análisis estadístico | 18 |
| 6. RESULTADOS | 18 |
| 6.1. Imágenes obtenidas por medio del ultrasonido | 18 |
| 6.2. Experimento 1 | 19 |
| 6.2. Experimento 2 | 20 |
| 6.3. Experimento 3 | 21 |
| 8. CONCLUSIONES | 25 |
| 9. RECOMENDACIONES | 26 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar imágenes obtenidas por ultrasonido mediante una escala de grises de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes en ovinos, para determinar su ecotextura. Se realizaron tres experimentos. El primero para evaluar el efecto de la edad sobre la ecogenicidad de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes, el segundo para evaluar el efecto del empadre sobre la ecogenicidad de los mismos órganos y el tercero para evaluar el efecto de la lesión a la palpación sobre la ecogenicidad de los mismos órganos. Para el primer experimento se analizaron 168 imágenes obtenidas de 13 machos divididos en tres grupos, prepuberales n=5 (de 6 meses), puberales n=4 (de 10-12 meses) y adultos n=4 (mayores de 3 años), clínicamente sanos y sin lesiones aparentes a la palpación. Para el segundo experimento, se analizaron 747 imágenes obtenidas de 4 sementales de la raza *Katahdin*, todos clínicamente sanos y sin lesiones aparentes a la palpación, 3 de ellos se sometieron a un empadre de 35 días y uno fue empleado como control. Las imágenes se obtuvieron en tres fechas, a una semana de iniciado el empadre, a los 21 días y al final del mismo. Finalmente en el tercer experimento, se analizaron 1136 imágenes obtenidas de 21 machos que se encontraban en la etapa final de engorda con un peso promedio de 41.4kg, fenotipo cruza de pelo, en este experimento se evaluó la ecogenicidad de los animales sin lesión contra los que tuvieron lesiones a la palpación, también se evaluó si existe correlación entre el diámetro, peso y la ecogenicidad de los órganos. Las imágenes se obtuvieron de ambos testículos (izquierdo y derecho), a cada uno se realizaron cortes, 2 longitudinales, 3 transversales, 1 corte longitudinal a cola del epidídimo y 1 corte transversal al plexo pampiniforme, obteniendo así 14 cortes por animal. Las imágenes fueron guardadas en el equipo de ultrasonido y transferidas a una memoria para su posterior análisis. Las imágenes fueron analizadas mediante el programa Image J® 1.480 de software libre. De cada imagen se tomaron 4 campos al azar de 28x28 píxeles para la medición de escala de grises. Para el análisis estadístico se compararon las medias del parénquima de cada tejido (testículo, epidídimo y plexo pampiniforme) entre

grupos usando un ANOVA y la prueba de Tukey en el programa SPSS IBM ®. En el primer experimento los resultados mostraron diferencias significativas en cuanto a la ecogenicidad de los tres parénquimas entre los grupos ($p \leq 0.05$). Los parénquimas de los machos puberales tanto del testículo izquierdo como del derecho mostraron una mayor ecogenicidad 63.03 ± 3.7 píxeles (testículo derecho) y 66.3 ± 3.8 píxeles (testículo izquierdo), contra los animales prepuberales y adultos que mostraron una menor ecogenicidad ($p \leq 0.05$); para el epidídimo los que mostraron una mayor ecogenicidad fueron los prepuberales contra los puberales y postpuberales ($p \leq 0.05$); finalmente para el plexo pampiniforme los machos que mostraron la mayor ecogenicidad fueron prepuberales y puberales contra los adultos ($p \leq 0.05$). En el segundo experimento, se encontraron diferencias en la ecogenicidad del parénquima de los testículos entre los sementales que entraron al empadre vs control, encontrando una mayor ecogenicidad en los animales sometidos al empadre ($p \leq 0.05$). También hubo diferencias significativas en la ecogenicidad del epidídimo, presentando una menor ecogenicidad en aquellos sometidos al empadre ($p \leq 0.05$). Finalmente, no se encontraron diferencias significativas en los plexos ($p \geq 0.05$), ni efecto sobre la ecogenicidad respecto al día de toma de las imágenes. En el tercer experimento, a la palpación el 9.5% de los animales presentaron lesiones y se encontraron diferencias significativas entre los animales con y sin lesión para los testículos y plexo pampiniforme ($p \leq 0.05$). Los animales con lesión mostraron una mayor ecogenicidad comparado con los animales sin lesión, respecto al plexo pampiniforme los animales sin lesión presentaron mayor ecogenicidad comparado con el otro grupo ($p \leq 0.05$) y para el epidídimo no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$). Se encontró una correlación significativa entre la ecogenicidad del testículo con el peso y el diámetro testicular del animal, la correlación de la ecogenicidad del epidídimo y el plexo pampiniforme con el diámetro y el peso del animal no fueron significativas ($p \geq 0.05$).

1. INTRODUCCIÓN

El término ecografía, como lo mencionan Soto y Gómez (2007), encierra la esencia del funcionamiento de esta técnica, ya que proviene de los vocablos griegos eco (resonancia o repetición de un sonido) y grafía = grafos (escribir o dibujar), de tal forma que ecografía significa graficar o dibujar una repetición de sonidos.

Los aparatos diseñados para estos fines, logran mediante pulsos de ondas ultrasónicas plasmar en una pantalla las imágenes derivadas de los ecos, de ahí que ultrasonografía o ecografía son sinónimos y se refiere a la capacidad que tienen los aparatos diseñados para tal fin, para que a través de ondas de sonido de alta frecuencia (ultrasonido) aplicadas sobre una superficie corporal, al rebotar (hacer eco) en los tejidos (dependiendo del aparato) emitan una señal sonora o luminosa (en el caso de aparatos sencillos para gestación) o forman en un monitor o pantalla una imagen del contorno y características de los mismos, incluso con movimientos cuando estos se dan (aparatos de imagen en tiempo real) (De Lucas y Bellanda, 2013).

Una imagen ecográfica se compone de una matriz compuesta por píxeles, o elementos de imagen, representada en una pantalla de video (Correia, 2015). Un pixel; se definen como cuadro, y cada uno puede tener una tonalidad diferente; se alinean en una matriz de un determinado número de filas y columnas (generalmente 50) a los que se les asigna un valor de 0 a 255 de acuerdo al nivel de gris que expresan (Hernández, 2015).

La ultrasonografía ha demostrado ser una herramienta útil para estudiar y comprender los eventos anátomo-fisiológicos que suceden en tiempo real. La ecografía aplicada al estudio de los fenómenos reproductivos en el tracto es un instrumento complementario y del cuál se observan cada vez mayores aplicaciones; sin embargo, su uso durante el examen de la salud y actividad reproductiva de los animales domésticos ha sido más aplicado a la hembra, específicamente durante la evaluación de los órganos reproductivos internos mediante la ecografía transrectal, tanto para el reconocimiento de estructuras ováricas durante el ciclo estral como

para el diagnóstico de preñez, determinación del sexo, edad fetal y salud uterina (San Pedro, 2018).

En el caso de los machos, los exámenes ecográficos se han utilizado para monitorizar la salud reproductiva, lo cuál ha permitido detectar cambios en los atributos ultrasonográficos del parénquima testicular, que están relacionados entre otros, con las características histomorfológicas de los túbulos seminíferos y con el comienzo y eficiencia de la espermatogénesis. Así pues, la ecografía permite determinar la calidad seminal en el carnero como método alternativo, asimismo de ser una evaluación no invasiva de las estructuras dentro del escroto (Pérez *et al.*, 2017).

Las investigaciones sobre la ecografía testicular asociada con el estudio de los cambios en la intensidad de los píxeles han demostrado que tiene correlación con la producción potencial de semen. Sin embargo existe poca información sobre el uso de la ultrasonografía para determinar la aptitud reproductiva (Arteaga *et al.*, 2005).

La evaluación de la densidad de píxeles en imágenes ecográficas digitalizadas se plantea como un método objetivo para evaluar la ecotextura del testículo. El análisis de intensidad de píxeles de las ecografías, podría proveer más información acerca de cambios sufridos por los tejidos, incluyendo los testículos (San Pedro, 2018) y establecer qué variables existen entre la estructura del parénquima, la proliferación celular y la producción de secreciones testiculares. Algunos trabajos han empleado este método para evaluar la actividad testicular (Wu *et al.*, 2010).

Por todo lo anterior, es necesario establecer patrones de biometría testicular que permitan evaluar el desarrollo reproductivo que contribuyan a la selección de animales en los que se observan características asociadas a precocidad y otros vinculados a la fertilidad de los carneros.

2. MARCO TEÓRICO

El aparato reproductor del macho, consta de los siguientes órganos: un par de gónadas llamadas testículos (donde se producen los espermatozoides y la testosterona); epidídimos y conductos deferentes (acumulación y transporte de espermatozoides); glándulas sexuales accesorias (contribuyen en la composición del semen); uretra (transporta orina y esperma) y pene (órgano copulador) (San Pedro, 2018).

2.1. Anatomofisiología del aparato reproductor del macho

2.1.1. Testículos

Los testículos son órganos de forma elipsoidal que se encuentran dentro del escroto y suspendidos por un cordón espermático, el cual es un conjunto de estructuras que incluyen al conducto deferente, vasos sanguíneos y nervios dentro de una doble cubierta de peritoneo y separados por un septo dentro del escroto o tabique escrotal. El tamaño y peso de los testículos depende de diversos factores como la edad, la raza y del desarrollo corporal del animal, se estima su peso en aproximadamente el 0.5% del peso corporal. (Hafez *et al.*, 2002; Dyce *et al.*, 2007). La piel de los testículos es delgada y elástica, y está abundantemente provista de glándulas sudoríparas y sebáceas. La regulación de la temperatura se realiza a través del intercambio de calor que se produce a nivel del plexo pampiniforme entre la sangre venosa y arterial, y por la capacidad que le confiere el cremaster para contraerse y acercar las gonadas al cuerpo durante los periodos frios, o bien relajarse y alejarlas de aquel durante los periodos calurosos. Además de alojar y proteger a los testículos, el escroto permite mantenerlos entre 4-7°C por debajo de la temperatura interna corporal, lo que es indispensable para que se efectue la espermatogénesis (Aisen, 2004).

La superficie testicular está recubierta por una fina lámina serosa, la túnica vaginal visceral, que se extiende por encima de una capa fibrosa llamada túnica albugínea

de tejido conectivo denso, que envuelve a todo el parénquima testicular y es la responsable de su forma ovoide que lo caracteriza. El parénquima testicular está contenido dentro la túnica albugínea y presenta una turgencia que se aprecia a la palpación. Una parte de esta última se hunde hacia el centro del parénquima del órgano formando el mediastino testicular. Desde éste irradian periféricamente los tabiques que lo dividen en lóbulos, a su vez ellos contienen a los túbulos seminíferos en los que se producen los espermatozoides (Bacha y Bacha, 2001; Hafez *et al.*, 2002; Dyce *et al.*, 2007).

La función principal de los testículos es la producción de espermatozoides (a través de la espermatogénesis) y la producción de andrógenos. Los espacios intersticiales contienen vasos sanguíneos y linfáticos, ramas de nervios y células intersticiales (células de Leydig) que son las responsables de la producción de testosterona, la cual es secretada activamente desde la vida fetal, cayendo a niveles muy bajos o bien, cesando al momento del nacimiento para reanudarse nuevamente en la pubertad (Horst y Liebich, 2005; Aisen, 2004).

Durante el desarrollo testicular prepuberal, hay un notable aumento en el número y la diversidad celular dentro de los túbulos seminíferos, debido principalmente al inicio de la espermatogénesis (Kolasa *et al.*, 2012).

2.1.2. Epidídimo

El epidídimo está muy desarrollado en el carnero y se encuentra firmemente adherido por tejido fibroso al testículo. Se divide en tres regiones: cabeza, ubicada en el polo proximal del testículo, el cuerpo que corre por el borde medial y caudal del testículo, y la cola, situada en el polo distal del mismo; el epidídimo entre otras cosas es un importante almacén de espermatozoides. Las funciones epididimarias, son el transporte, la sobrevivencia y la maduración funcional de los espermatozoides. En el epidídimo, al igual que en el testículo, se observa la túnica albugínea de tejido conectivo denso (Bacha y Bacha, 2001, Hafez *et al.*, 2002; Gázquez y Blanco, 2004; Dyce *et al.*, 2007; Robles, 2004).

2.1.3. Plexo pampiniforme

El plexo pampiniforme está formado por las siguientes estructuras: arteria testicular y vena testicular (con ramificaciones) que rodea la arteria, vasos linfáticos y el plexo testicular de nervios autónomos que acompañan la arteria; conducto deferente, haces musculares lisos alrededor de los vasos y capa visceral de túnica visceral. (San Pedro, 2018).

2.2. Ultrasonografía

La ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen que se caracteriza por ser un método seguro, no invasivo y por no requerir una preparación excesiva del animal.

El ultrasonido utiliza ondas de sonido de alta frecuencia, las cuales son emitidas por los cristales piezoeléctricos de la sonda o transductor e inmediatamente estos sonidos son transformados a imágenes en tonos grises, blanco y negro. Los cristales piezoeléctricos, cuando se les aplica en su cara posterior una corriente eléctrica estos se deforman produciendo una vibración. La frecuencia de esta vibración es directamente proporcional al voltaje utilizado, lo que se denomina fuerza de la onda ultrasónica. Cuando la onda es reflejada choca con la cara anterior de los cristales deformándolos de nuevo generando una señal eléctrica que es proporcional a la fuerza de la onda reflejada (eco). La capacidad de los cristales de transformar la energía eléctrica en mecánica y viceversa es a lo que se denomina efecto piezoeléctrico. Los sonidos son el resultado del recorrido de la energía mecánica a través de la materia en forma de una onda y se define por las siguientes características: frecuencia que es el número de ciclos por unidad de tiempo y se mide en número de ciclos por segundo, llamados hercios (Hz)., amplitud que es la altura máxima de una onda, hace referencia a la intensidad del sonido y se mide en decibelios (dB), y longitud de onda que es la distancia que recorre un ciclo en un medio y en el caso del ultrasonido se mide en milímetros (mm) (López, 2011; San Pedro, 2018).

El ultrasonido Modo B muestra una imagen bidimensional y consiste en una serie de puntos en la pantalla. El brillo de cada punto es determinado por la amplitud o fuerza de cada eco que regresa de su paso por los tejidos, mientras el tiempo que toma el eco en reflejarse al transductor determina la posición o localización del punto en la pantalla. La versión actual es llamada Tiempo Real y es una versión perfeccionada del Modo B, donde se crean imágenes que son visualizadas casi instantáneamente interpretando el movimiento de los tejidos vivos lo que ayuda a la identificación del tejido y, por extensión, se puede estudiar tanto la estructura como su función (Giraldo, 2003).

Las ondas de sonido son de alta frecuencia, y en veterinaria suelen utilizarse transductores que pueden emitir entre 3,5 a 10 MHz. La frecuencia va a depender de la profundidad de penetración y la resolución de la imagen, cumpliéndose que a mayor frecuencia se obtiene menor profundidad pero mayor resolución (San Pedro, 2018).

Una imagen ecográfica se compone de una matriz de píxeles, o elementos de imagen, representada en una pantalla de video. Cada píxel representa una fracción de tejido reflector que manifiesta la reflexión de las ondas de ultrasonido y está representado por una gama de 256 tonos de gris que van del negro al blanco. Con estos valores es posible almacenar, transmitir o visualizar la imagen. La resolución de la imagen digitalizada depende entonces del número de píxeles y los tonos de gris que se utilicen. Los términos empleados en ecografía son fundamentados en la intensidad de los ecos y atenuación de estos por parte de los tejidos, además de la ecotextura de cada órgano de manera individual. Los ecos generados constituyen la imagen ecográfica que se aprecia en tonos de grises dependiendo del órgano o tejido corporal (Tanta, 2018).

Los tejidos que producen muchos ecos aparecen brillantes o muy ecogénicos, y se denominan hiperecoicos (huesos, cálculos o calcificaciones), en relación con otros tejidos. Los tejidos que producen pocos ecos o ninguno, y aparecen oscuros se denominan hipoecoicos o anecoicos (líquido), con relación a otros tejidos, respectivamente. Dos tejidos de ecogenicidad similar se denominan isoecoicos (Tanta, 2018; San Pedro, 2018).

La documentación de una imagen requiere del conocimiento mínimo de la tecnología en el equipo, los principios de práctica sistemática para musculoesquelético, anatomía, y mucha práctica para lograr el mejor resultado (Hernández, 2015).

2.3. Ultrasonografía del testículo

Resulta absolutamente indispensable llevar a cabo una evaluación reproductiva de los carneros con el objetivo de identificar aquellos con posibles problemas que afecten su fertilidad, o detectar enfermedades infecciosas o desórdenes genéticos (Pérez *et al.*, 2017).

Sin duda, los fracasos reproductivos conducen a fuertes pérdidas económicas en las unidades de producción y el origen de tales fallos puede estar asociada al macho o a la hembra, y sus relaciones con las condiciones del medio ambiente o al manejo por parte del personal encargado. La ecografía ofrece ventajas importantes frente a otras técnicas diagnósticas como son la facilidad y rapidez de realización y el permisible coste del equipo, teniendo en cuenta sus diversas aplicaciones (Pérez *et al.*, 2017).

En los machos, las imágenes generadas por el testículo, se pueden usar para detectar cambios en la densidad de los tejidos examinados y en su composición, pudiendo detectar y diagnosticar lesiones focales testiculares o epididimarias, y servir de ayuda en la evaluación de carneros tanto fuera como dentro de la estación reproductiva, donde la interpretación de la evaluación seminal puede ser variable (Pérez *et al.*, 2017).

En un estudio reciente realizado por la Universidad de Córdoba y la Diputación de Córdoba sobre sementales ovinos seleccionados, se encontró que un 30% de los machos presentaban lesiones en el parénquima testicular, a pesar de tener calidad seminal óptima, lo que reafirma la utilidad de la ecografía en el diagnóstico precoz de patologías o de fracasos reproductivos en el macho (Pérez *et al.*, 2017).

2.3.1. Parénquima testicular

En condiciones normales ambos testículos se localizan en la bolsa escrotal, son de ecogenicidad media y tienen una ecotextura fina y homogénea, rodeado de la túnica albugínea, habitualmente no distinguible ecográficamente, aunque puede visualizarse como un engrosamiento refringente sobre todo si existe algo de hidrocele circundante. Tampoco pueden visualizarse de forma independiente la túnica vaginal y el resto de las cubiertas testiculares. En las imágenes transversales, el mediastino aparece como un foco hiperecoico localizado centralmente y en las imágenes sagitales, una zona línea hiperecoica central (Botelho *et al.*, 2018; Rodríguez *et al.*, 2006).

Estudios han demostrado que la ecogenicidad testicular aumentó durante la fase más activa de crecimiento de los túbulos seminíferos, ya que se produjeron más células germinales (Correia, 2015).

El parénquima testicular de carneros se observa homogéneo con un eco-patrón medio-grueso. La única estructura observada con claridad dentro de los testículos sanos suele ser el mediastino testicular (Correia, 2015).

2.3.2. Epidídimo

El epidídimo, como ya se mencionó, se compone de cabeza, cuerpo y cola. La cola del epidídimo es generalmente menos ecoica que el parénquima testicular y tiene una ecotextura más gruesa que los testículos (Botelho *et al.*, 2018). Las características ultrasonográficas normales de la cabeza y la cola del epidídimo son diferentes. Mientras el tejido epididimario de la cabeza posee una imagen ultrasonográfica homogénea e hipoecoica en su interior; la cola tiene forma oval, aplanada y se observa una imagen heterogénea e hipoecoica. Además, la cabeza del epidídimo, al encontrarse cubierta por el plexo pampiniforme es de difícil evaluación y solamente es explorable parcialmente (Gómez *et al.*, 2006; San Pedro, 2018).

2.3.3. Plexo pampiniforme

El plexo pampiniforme, puede apreciarse como una estructura tubular anecoica en su lumen y de apariencia tortuosa. Es posible observar vasos con una pared más gruesa e hiperecoica como el caso de la arteria testicular en comparación con otros vasos como la vena testicular (Chacón, 2013).

2.4. Lesiones testiculares detectadas por ultrasonografía

Para Gnemmi y Maraboli (2007) es posible evidenciar ciertas patologías en el testículo por medio de la ecografía, tales como la degeneración testicular en sus distintos grados que se observan como puntos hiperecogénicos.

Según San Pedro (2018), las epididimitis y el granuloma espermático son patologías frecuentes y una de las principales causas reproductivas de eliminación de carneros. Ultrasonográficamente, los granulomas espermáticos se presentan con forma esférica, acapsulados y anecogénicos con un aumento de la ecogenicidad periférica por disminución de los espacios anecogénicos epididimarios en la cola del epidídimo. Se ha relacionado el hallazgo de tumefacciones que se observan en la ecografía como granulomas con la epididimitis crónica, la cual estaría asociada a una calidad seminal baja.

La epididimitis y las orquitis son consideradas enfermedades importantes por sus efectos negativos sobre la fertilidad del carnero y por ende del rebaño, se asocian frecuentemente a infecciones por *Brucella ovis*, *Actinobacillus seminis* e *Histophilus somni* (Gutiérrez *et al.*, 2015). Otras patologías de origen no infeccioso que merecen atención en el caso de aumento del volumen escrotal, que pueden ser diagnosticadas por la palpación del tracto reproductivo, son: hidrocele, hematocele, varicocele, espermatocele o espermiostasis y neoplasias (Rizzo *et al.*, 2014).

Ante la presencia de orquitis y epididimitis los testículos presentan un patrón hipoeicoico generalizado, estos órganos pueden manifestar un aumento se tamaño o no, y puede haber presencia de fluido interesrotal (San Pedro, 2018).

Las epididimitis crónicas en la región de la cola se caracterizan por un mayor grado de ecogenicidad de los tejidos, sin pérdida de la heterogenicidad, pero con pérdida de la arquitectura ultrasonográfica (Gómez *et al.*, 2006).

Es común ver zonas hiperecoicas que pueden adjudicarse a la presencia de fibrosis y calcificación que se da en toros con examen andrológico aceptable mayores a 4 años de edad, luego de haber sufrido degeneración o necrosis de ciertas partes del tejido testicular, y en carneros las calcificaciones pueden ser secundarias a orquitis (Chacón, 2013; Wondimu, 2015).

También pueden encontrarse tumefacciones con ecogenicidad muy heterogénea, lo que está relacionado a la formación de abscesos en el interior testicular. El centro del absceso puede ser hiperecogénico o puede observarse una cantidad de puntos hiperecogénicos sobre un fondo anecoico, lo que se debe al contenido de fluido del absceso. El hallazgo de áreas hiperecogénicas en contacto con áreas anecogénicas puede coincidir con la presencia de neoplasias, las cuales son de apariencia muy heterogénea (Gnemmi y Maraboli, 2007).

La imagen ecográfica de las neoplasias testiculares es variable, va desde un foco anecóico, hasta una apariencia que distorsiona por completo la arquitectura normal del testículo (Gnemmi y Maraboli, 2007).

El hidrocele es la acumulación de líquido entre las tunicas vaginales del testículo, que es la causa más común del aumento de tamaño testicular. Normalmente en esta zona existe la presencia de una pequeña cantidad de líquido de forma fisiológica. En la mayoría de los casos la acumulación patológica de líquido es idiopática, pero hay otras causas que pueden ocasionarla como hernias, infecciones o traumatismos (Rodríguez *et al.*, 2006). Por medio de la ecografía, se caracteriza por el aumento del espesor del espacio que separa la túnica vaginal externa de la interna. Este espacio, en condiciones normales, no supera los 2 mm y ecográficamente aparece como una leve línea anecóica. (Gnemmi y Maraboli, 2007).

En el cordón espermático se puede observar el varicocele, es una patología local, la cual se debe a una falla del sistema venoso, lo que da lugar a una dilatación del plexo pampiniforme. La etiología es incierta pero se sabe que afecta más a carneros

adultos que a carneros jóvenes y que afecciones como la orquitis y epididimitis pueden coadyuvar en su desarrollo. (Robles, 2004).

Luego de conocer el aspecto ecográfico normal de una estructura es posible determinar por medio de la ultrasonografía cambios o irregularidades en su arquitectura.

2.5. Técnica de abordaje para ultrasonido del testículo

Al elegir la técnica de abordaje, el ecografista debe tener en cuenta que sea un procedimiento cómodo y seguro, tanto para él como para el animal. Previo a realizar una ecografía testicular se debe inspeccionar y palpar cada testículo. El gel para mejorar la transmisión ecográfica, debe aplicarse sobre el escroto y también sobre la sonda (Gnemmi y Maraboli, 2007).

Los testículos pueden observarse por examen ultrasonográfico longitudinalmente y transversalmente para apreciar el parénquima testicular, el epidídimo (cabeza y cola) y el cordón espermático. Con otros fines, como el análisis de intensidad de píxeles, la técnica puede incluir una imagen longitudinal media donde se observe el mediastino testicular y dos o tres imágenes transversales entre el tercio superior y medio y entre tercio medio e inferior. Posteriormente debe continuarse con la imagen del epidídimo para lo cual será necesario levantar el testículo contralateral, se puede obtener dicha imagen desde un abordaje medial en forma oblicua. Finalmente, se obtiene la imagen del plexo pampiniforme. Se continúa con el otro testículo siguiendo el mismo criterio (San Pedro, 2018; Gnemmi y Maraboli, 2007). Es posible evaluar ambos testículos lo que permite comparar los dos parénquimas. Prácticamente se trata de empujar los dos testículos desde arriba hacia abajo, llevándolos hacia el fondo del escroto, a través de una ligera compresión en el cuello del escroto (Gnemmi y Maraboli, 2007).

Gnemmi y Maraboli (2007) sugieren que para evaluar mediante ecografía la cabeza y cola del epidídimo se debe empujar el testículo hacia el fondo del escroto, tal cual la posición utilizada en la observación del parénquima.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la edad, el efecto del empadre y el efecto de las lesiones encontradas a la palpación sobre el contenido de la bolsa escrotal en machos ovinos por medio del uso de la ecografía.

3.2. Objetivos Particulares

Evaluar la ecotextura (ecogenicidad) mediante un programa de análisis de imágenes del contenido de la bolsa escrotal en machos ovinos de diferentes edades sin aparentes lesiones a la palpación.

Evaluar la ecotextura (ecogenicidad) mediante un programa de análisis de imágenes del contenido de la bolsa escrotal en machos ovinos sometidos y no sometidos a empadre.

Evaluar la ecotextura (ecogenicidad) mediante un programa de análisis de imágenes del contenido de la bolsa escrotal en machos ovinos con lesiones testiculares a la palpación.

4. HIPÓTESIS

Hay efecto de la edad, incrementando la ecogenicidad de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes en machos ovinos prepuberales y puberales.

Hay efecto del empadre, incrementando la ecogenicidad de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes en machos ovinos.

Hay efecto de las lesiones testiculares, incrementando la ecogenicidad de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes en machos ovinos.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Localización y condiciones del rebaño

El trabajo se desarrolló en una unidad de producción ubicada en el municipio de Nicolas Romero, latitud 19°38'11"N, con clima templado subhúmedo, con lluvias en verano, precipitación anual de 800-1000mm y una temperatura media anual de 16°C. El rebaño está compuesto por 500 ovejas de pelo en absorción a *Katahdin*, en las que ya se han implementado una serie de tecnologías como evaluación de machos, *creep feeding* y otras. El primer experimento se realizó en febrero (época no reproductiva), el segundo experimento en junio-julio (inicio de época reproductiva) y el tercer experimento en octubre (época reproductiva).

5.2. Diseño experimental

Para el primer experimento se eligieron 13 machos al azar divididos en tres grupos, animales prepuberales (de 6 meses) n=5, animales puberales (de 10-12 meses) n=4, y animales adultos (mayores de 3 años) clínicamente sanos y sin lesiones aparentes a la palpación n=4, tomando como factor la edad y como variable, la respuesta de la ecogenicidad de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes.

Para el segundo experimento se utilizaron 4 sementales de la raza *Katahdin*, todos clínicamente sanos y sin lesiones aparentes a la palpación, se eligieron 3 de ellos al azar para ser sometidos a un empadre de 35 días y un semental se quedó como control, tomando como factor el efecto del empadre y como variable, la respuesta de la ecogenicidad de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes.

Para el tercer experimento se utilizaron 21 machos que se encontraban en la etapa final de engorda con un peso promedio de 41.4kg, fenotipo cruza de pelo y se realizó la palpación de la bolsa escrotal. Para el análisis se tomó como factor el efecto de las lesiones encontradas a la palpación y como variable, la respuesta de la ecogenicidad de los parénquimas testiculares, epidídimos y plexos pampiniformes. Además se evaluó la correlación entre el peso, diámetro y la ecogenicidad de cada órgano.

5.3. Mediciones testiculares y obtención de imágenes

Se realizó la palpación, los testículos fueron deslizados en la bolsa escrotal, se midió el perímetro testicular. Posteriormente se localizaron regiones desprovistas de pelo, se colocó gel para ultrasonido y se colocó la sonda. A cada parénquima testicular se le realizaron 2 cortes longitudinales, uno por la parte craneal y otro por la parte caudal, 3 transversales, proximal, medial y distal. A cada epidídimo se le realizó 1 corte longitudinal en la región de la cola. A cada plexo pampiniforme se le realizó 1 corte transversal.

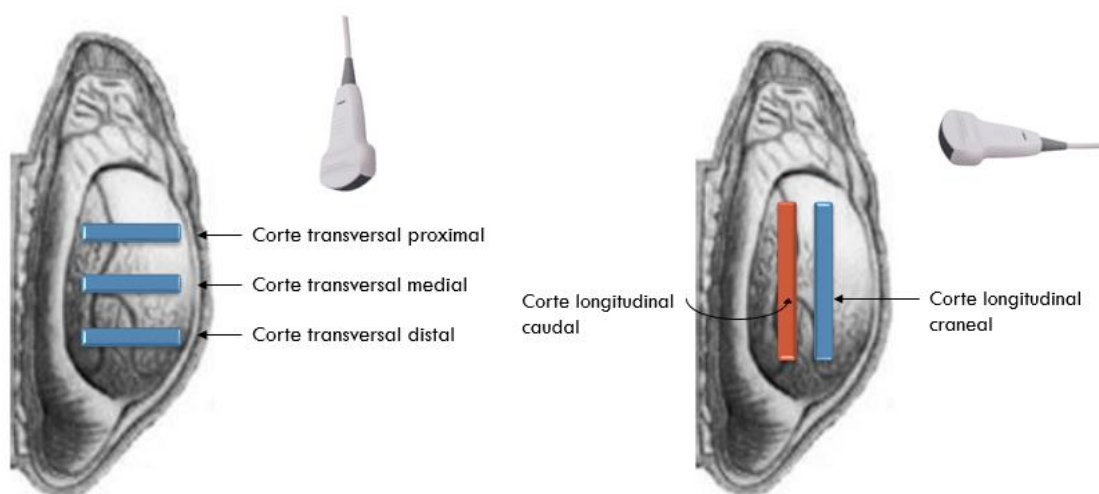
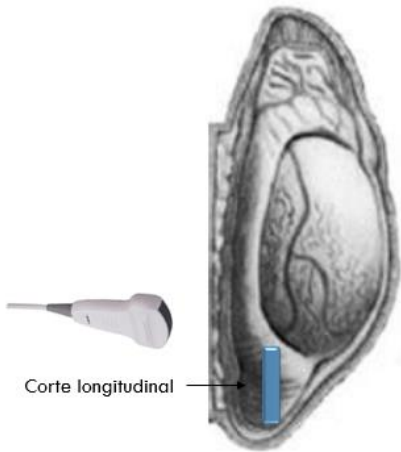


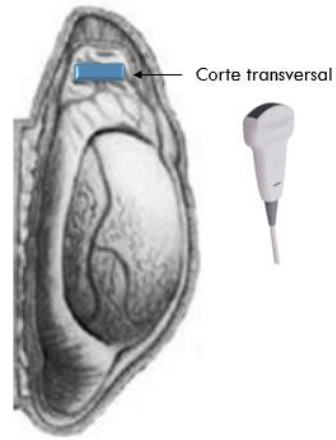
Ilustración 1: Cortes transversales del parénquima testicular.

Ilustración 2: Cortes longitudinales del parénquima testicular.



Corte longitudinal

Ilustración 3: Corte longitudinal del epidídimo.



Corte transversal

Ilustración 4: Corte transversal del plexo pampiniforme.

5.4. Análisis de las imágenes

Las imágenes fueron guardadas en un equipo de ultrasonido y transferidas a una memoria para su posterior análisis. Para el análisis de los píxeles (ecogenicidad), se utilizó el programa Image J® 1.480 de software libre. De cada imagen obtenida se tomaron 4 campos seleccionados al azar de 28x28 píxeles para la medición en escala de grises. El programa ofrece el promedio de píxeles delimitado en cada campo, cada promedio obtenido fue capturado en una hoja de Excel para su posterior análisis estadístico.

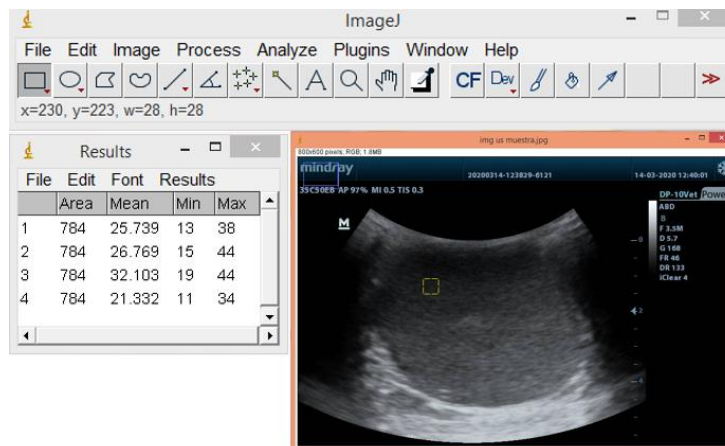


Ilustración 5: Análisis de píxeles con el programa Image J® 1.480.

5.5. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se compararon las medias del parénquima de cada órgano (testículo, epidídimo y plexo pampiniforme) entre grupos, para el primer experimento usando la edad como factor de variación, para el segundo experimento usando el efecto del empadre como factor y para el tercer experimento se tomó la presencia de lesiones como factor. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey para la prueba de medias; para las correlaciones se utilizó el método de “Spearman”. Todos los análisis se realizaron con el programa SPSS IBM ® 2018.

6. RESULTADOS

6.1. Imágenes obtenidas por medio del ultrasonido.

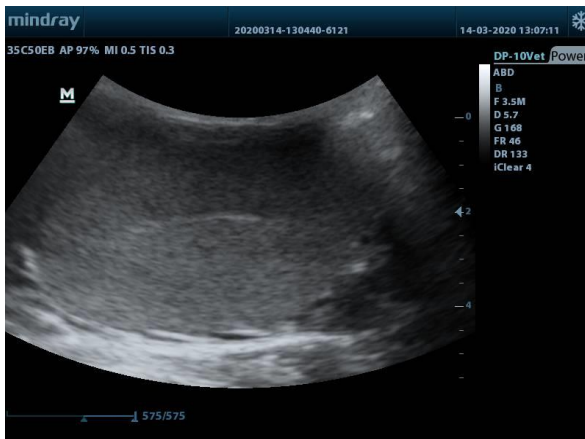


Ilustración 6: Corte longitudinal del parénquima testicular de un macho ovino.

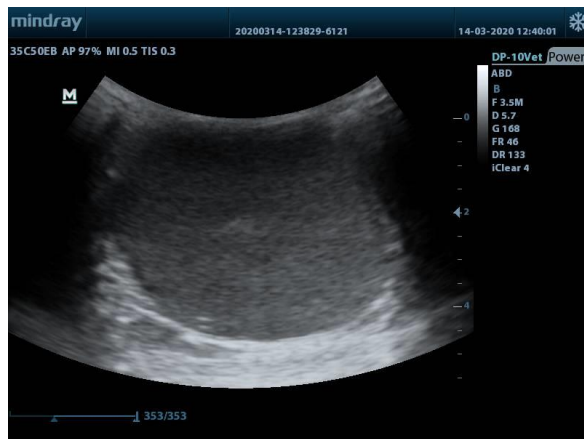


Ilustración 7: Corte transversal del parénquima testicular de un macho ovino.

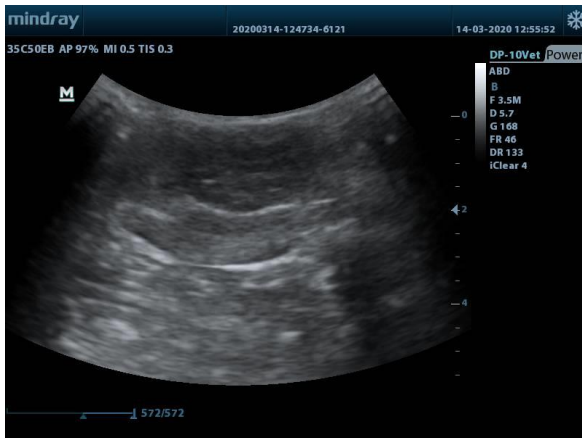


Ilustración 8: Corte del plexo pampiniforme de un macho ovino.

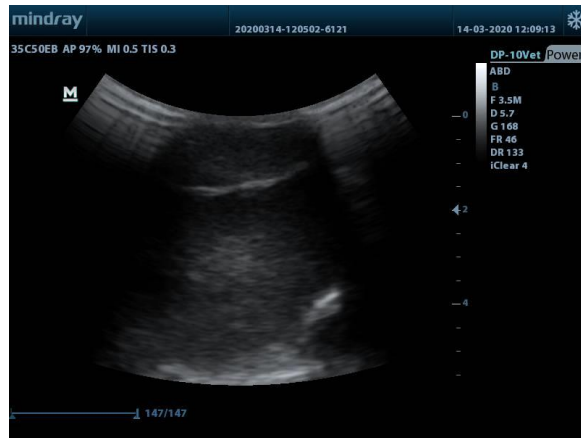


Ilustración 9: Corte de la cola del epidídimo de un macho ovino.

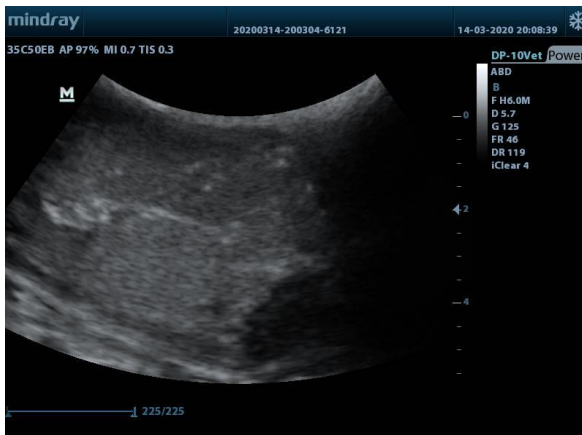


Ilustración 10: Corte longitudinal del parénquima testicular de un macho ovino con lesiones a la palpación.

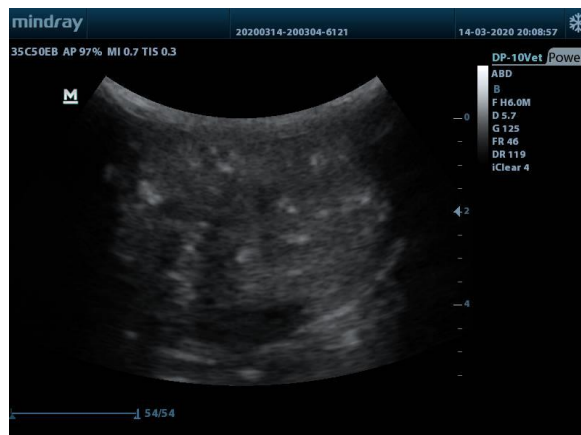


Ilustración 11: Corte transversal del parénquima testicular de un macho ovino con lesiones a la palpación.

6.2. Experimento 1

En la tabla 1, se muestran las medias de píxeles encontradas para el primer experimento, con respecto a la edad. El análisis arrojó que la ecogenicidad de los parénquimas de los órganos fue diferente entre los grupos. Los machos púberes mostraron una mayor ecogenicidad ($p \leq 0.05$) en ambos testículos, respecto a los machos prepuberales y adultos. En el caso de los epidídimos los prepuberales mostraron una mayor ecogenicidad ($p \leq 0.05$), respecto a los puberales y adultos. Finalmente, en los plexos pampiniformes, los prepuberales y puberales en el derecho mostraron mayor ecogenicidad ($p \leq 0.05$), respecto a los adultos.

Tabla 1: medias ($\pm ee$) de los niveles de ecogenicidad en testículos, epidídimos y plexo pampiniforme en machos ovinos prepuberales, puberales y adultos.

| Estructura | Prepuberales | Puberales | Adultos |
|------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| Testículo derecho | 43.83 \pm 4.2b | 63.03 \pm 3.7a | 40.43 \pm 4.4b |
| Testículo izquierdo | 45.72 \pm 4.3b | 66.30 \pm 3.8a | 46.47 \pm 4.5b |
| Epidídimo derecho | 23.43 \pm 4.9 ^a | 10.36 \pm 4.5b | 9.17 \pm 5.1b |
| Epidídimo izquierdo | 18.7 \pm 3.2 ^a | 9.17 \pm 2.8b | 8.77 \pm 3.1b |
| Plexo pampiniforme derecho | 35.99 \pm 5.3 ^a | 38.92 \pm 4.9a | 16.02 \pm 5.6b |
| Plexo pampiniforme izquierdo | 35.07 \pm 8.7ab | 46.25 \pm 8.2a | 21.11 \pm 7.2b |

Las literales diferentes en renglón indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

Las literales iguales en renglón indican que no hay diferencia significativa ($p \geq 0.05$).

6.2. Experimento 2

En la tabla 2, se muestran las medias de píxeles encontradas para el segundo experimento. El análisis arrojó que la ecogenicidad de los parénquimas de los testículos fue diferente entre grupos. Los machos sometidos a empadre mostraron una mayor ecogenicidad durante todo el tiempo ($p \leq 0.05$), con respecto al control. En los epidídimos los machos sometidos a empadre mostraron una menor ecogenicidad ($p \leq 0.05$), respecto al control. Finalmente, en el plexo pampiniforme, no se presentaron diferencias significativas ($p \geq 0.05$).

Tabla 2: medias ($\pm ee$) de los niveles de ecogenicidad en testículos, epidídimos y plexo pampiniforme en machos ovinos sometidos a empadre vs control.

| Estructura | Empadre | No empadre |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Testículo derecho | 103.45 \pm 0.21a | 94.90 \pm 0.21b |
| Testículo izquierdo | 108.05 \pm 0.19a | 100.95 \pm 0.29b |
| Epidídimo derecho | 9.97 \pm 0.46b | 18.64 \pm 1.09a |
| Epidídimo izquierdo | 11.61 \pm 0.26b | 15.25 \pm 1.07a |
| Plexo pampiniforme lado derecho | 33.80 \pm 0.61a | 33.98 \pm 1.65a |
| Plexo pampiniforme lado izquierdo | 37.92 \pm 0.81a | 39.23 \pm 1.31a |

Las literales diferentes en renglón indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

Las literales iguales en renglón indican que no hay diferencia significativa ($p \geq 0.05$).

6.3. Experimento 3

En el tercer experimento, a la palpación se encontró que el 9.5% de los animales presentaron lesiones, se encontraron diferencias entre los animales con y sin lesión para los testículos y plexo pampiniforme ($p \leq 0.05$). En la tabla 3 se muestran las medias de píxeles encontradas en animales con lesión y sin lesión a la palpación. Los animales con lesión mostraron una mayor ecogenicidad comparado con los animales sin lesión, respecto al plexo pampiniforme los animales sin lesión presentaron mayor ecogenicidad, comparado con el otro grupo ($p \leq 0.05$), para el epidídimo no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$). Se encontró una correlación baja entre la ecogenicidad de cada órgano, el peso y el diámetro testicular, los resultados se muestran en las tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Tabla 3: medias ($\pm ee$) de los niveles de ecogenicidad en testículos, epidídimos y plexo pampiniforme en machos ovinos sin lesiones y con lesiones a la palpación.

| Estructura | Sin lesión | Con lesión |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Testículo derecho | 52.37 \pm 1.24a | 80.45 \pm 4.87b |
| Testículo izquierdo | 42.08 \pm 1.10a | 68.29 \pm 4.50b |
| Epidídimo derecho | 25.46 \pm 1.61a | 20.33 \pm 3.73a |
| Epidídimo izquierdo | 25.80 \pm 01.43a | 22.21 \pm 2.22a |
| Plexo pampiniforme lado derecho | 49.67.80 \pm 2.99a | 27.46 \pm 2.96b |
| Plexo pampiniforme lado izquierdo | 40.49 \pm 3.06a | 20.76.23 \pm 5.99b |

Las literales diferentes en renglón indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

Las literales iguales en renglón indican que no hay diferencia significativa ($p \geq 0.05$).

En las tablas 4 a 9 se muestran las correlaciones para las variables de ecogenicidad en cada uno de los órganos con el diámetro y el peso en kg del animal. La correlación entre el diámetro testicular y peso, es positiva y significativa, esto significa que cuando el peso del animal aumenta también lo hace el diámetro (tabla 4). Para la ecogenicidad del testículo tanto derecho como izquierdo mostraron una correlación positiva y significativa con respecto al diámetro testicular y el peso, lo que significa que cuando el diámetro testicular aumenta también lo hace la

ecogenicidad del testículo, de la misma forma ocurre para el peso, a medida que aumenta el peso vivo del animal también lo hace la ecogenicidad (tabla 4 y 5). La correlación entre las variables diámetro testicular y peso con la ecogenicidad del epidídimo no fueron significativas (tabla 6 y 7). Por último la correlación entre las variables diámetro testicular y peso con la ecogenicidad del plexo pampiniforme no fueron significativas (tabla 8 y 9).

Tabla 4. Correlaciones para la ecogenicidad del testículo derecho, peso vivo del animal y diámetro testicular.

| | Testículo derecho | Diámetro testicular | Peso Kg |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|
| Testículo derecho | 1 | 0.483** | 0.310** |
| Diámetro testicular | 0.483** | 1 | 0.709** |
| Peso Kg | 0.310** | 0.709** | 1 |

**altamente significativa

Tabla 5. Correlaciones para la ecogenicidad del testículo izquierdo, peso vivo del animal y diámetro testicular.

| | Testículo izquierdo | Diámetro testicular | Peso Kg |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| Testículo izquierdo | 1 | 0.487** | 0.400** |
| Diámetro testicular | 0.487** | 1 | 0.709** |
| Peso Kg | 0.400** | 0.709** | 1 |

**altamente significativa

Tabla 6. Correlaciones para la ecogenicidad de la cola del epidídimo derecho, peso vivo del animal y diámetro testicular.

| | Cola del epidídimo derecho | Diámetro testicular | Peso Kg |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| Cola del epidídimo derecho | 1 | -0.099 | 0.013 |
| Diámetro testicular | -0.099 | 1 | 0.709** |
| Peso Kg | 0.013 | 0.709** | 1 |

**altamente significativa

Tabla 7. Correlaciones para la ecogenicidad de la cola del epidídimo izquierdo, peso vivo del animal y diámetro testicular.

| | Cola del epidídimo izquierdo | Diámetro testicular | Peso Kg |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|
| Cola del epidídimo izquierdo | 1 | 0.052 | 0.136 |
| Diámetro testicular | 0.084 | 1 | 0.709** |
| Peso Kg | 0.136 | 0.709** | 1 |

**altamente significativa

Tabla 8. Correlaciones para la ecogenicidad del plexo pampiniforme derecho, peso vivo del animal y diámetro testicular.

| | Plexo pampiniforme derecho | Diámetro testicular | Peso Kg |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------|
| Plexo pampiniforme derecho | 1 | 0.129 | 0.130 |
| Diámetro testicular | 0.129 | 1 | 0.709** |
| Peso Kg | 0.130 | 0.709** | 1 |

**altamente significativa

Tabla 9. Correlaciones para la ecogenicidad plexo pampiniforme izquierdo, peso vivo del animal y diámetro testicular.

| | Plexo pampiniforme izquierdo | Diámetro testicular | Peso Kg |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|
| Plexo pampiniforme izquierdo | 1 | 0.066 | 0.033 |
| Diámetro testicular | 0.066 | 1 | 0.709** |
| Peso Kg | 0.033 | 0.709** | 1 |

**altamente significativa

7. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran aspectos interesantes, con respecto a la mayor ecogenicidad encontrada en los testículos de machos prepuberales, algunos estudios han demostrado que durante la etapa más activa de crecimiento de los túbulos seminíferos, donde se produce mayor cantidad de células germinales, la ecogenicidad del testículo se ve aumentada en toros y carneros prepuberales y peripuberales, además, las características ecográficas del parénquima testicular están relacionadas con la histología y morfología del testículo, tales como los cambios en los túbulos seminíferos, el comienzo y la eficiencia de la espermatogénesis. También se encuentran correlaciones positivas entre los valores medios numéricos de píxeles, el área que ocupan de los túbulos seminíferos en el testículo y el área de la luz de los túbulos seminíferos (Arteaga *et al.*, 2005; Giffin, 2014).

Se ha descrito que la ecotextura testicular (la intensidad de píxeles analizados en la imagen ecográfica), aumenta a medida que crece y se desarrolla el testículo, como resultado del incremento de la proliferación celular y del aumento del diámetro de los túbulos seminíferos en la pubertad (Kastelic, 2012).

Para los epidídimos, los que mostraron mayor ecogenicidad fueron los prepuberales, esto se podría deber a que durante el período de maduración sexual, el contenido celular de los túbulos seminíferos cambia y aparece la luz en los mismos con el comienzo de la secreción de fluido. El desarrollo testicular y del epidídimo durante la maduración sexual está asociado con un incremento en la altura epitelial de los túbulos seminíferos, en el número de túbulos con luz y en el tamaño de esta luz, con lo que se esperaría un aumento de fluido en el tejido. De un modo simplista, cuanto más contenido líquido exista, menos ecogénico es el tejido (Correia, 2015). De la misma manera se pueden explicar los resultados de la ecogenicidad encontrada para los plexos pampiniformes, donde los machos prepuberales y puberales, mostraron una mayor ecogenicidad comparado con los adultos, los cuales por su desarrollo presentan un calibre mayor en los vasos sanguíneos, presentando una menor ecogenicidad.

Los resultados obtenidos en el segundo experimento, muestran que los animales en empadre presentaron una mayor ecogenicidad comparado con el control, Wu *et al.*, en el 2010, demostraron que la intensidad de píxeles está estrechamente correlacionada con la concentración de testosterona en suero y con el estado reproductivo, también demostraron que la ecogenicidad testicular aumenta durante la fase más activa de crecimiento de los túbulos seminíferos, ya que se producen más células germinales. Brito *et al.*, (2012) concluyeron que la ecogenicidad testicular varía mucho con la edad y demostraron que los caracteres ecográficos testiculares observados están más relacionados con el desarrollo de la espermatogénesis que con la edad de los animales.

Finalmente los resultados obtenidos para el tercer experimento, muestran que los animales con lesiones a la palpación presentan una mayor ecogenicidad para el parénquima testicular, y para el plexo pampiniforme. Kastelic y Brito, 2012, demostraron que la intensidad de los píxeles ha sido asociada a anomalías testiculares. Así, imágenes anecoicas (aspecto negro) o con ecogenicidad disminuida (grisáceas oscuras) han sido asociadas al acúmulo de líquido testicular, mientras que la ecogenicidad incrementada (más blanquecina) es indicativa de fibrosis y calcificaciones.

8. CONCLUSIONES

En el primer experimento se evaluó la ecogenicidad del contenido de la bolsa escrotal en machos ovinos y se encontró que la edad afecta la ecogenicidad.

En el segundo experimento se evaluó la ecogenicidad del contenido de la bolsa escrotal en machos ovinos y se encontró que el efecto del empadre afecta incrementando la ecogenicidad. En el tercer experimento se evaluó la ecogenicidad del contenido de la bolsa escrotal en machos ovinos y se encontró que las lesiones afectan incrementando la ecogenicidad.

Este trabajo contribuye al conocimiento del contenido de la bolsa escrotal a través de un medio no invasivo como es la ecografía, en la búsqueda de métodos alternativos en la detección de problemas testiculares. También contribuye al conocimiento de características del parénquima y otras estructuras en machos

prepúberes, púberes y adultos, así como cuando se encuentran carneros en empadre, en éstos últimos fue claro las diferencias en cuanto a la ecogenicidad entre los sometidos a empadre y el control.

Finalmente este trabajo sirve como base para comparaciones en estudios futuros en animales que presenten lesiones subclínicas y anomalías espermáticas.

9. RECOMENDACIONES

Es importante realizar más trabajos de investigación para establecer parámetros de ecogenicidad testicular y evaluar otros factores que pudieran modificarla para utilizarlos e incluirlos como indicadores de salud y reproducción de los sementales.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Aisen, E. G. (2004). Reproducción ovina y caprina. Ed. Buenos Aires: Editorial Ínter-Médica.
- 2) Arteaga, A; Barth, A; Brito, L. (2005). Relationship between semen quality and pixel-intensity of testicular ultrasonograms after scrotal insulation in beef bulls. *Theriogenology*; 64:408-415.
- 3) Bacha, W. J. y Bacha, L. M. (2001). Atlas a color de Histología Veterinaria. Segunda edición, Intermédica, Colombia, 205-219.
- 4) Botelho, B. M; Maronezi, M. C; Uscategui, R. A. R; Avante, M. L; Sioes, A. R; Feliciano, M. A. R. (2018). Ultrasonographic methods for evaluation of testicles in cats. *Rev.MVZ Córdoba* 23(3):6888-6899.
- 5) Brito, L. F. C; Barth, A. D; Wilde, R. E; Kastelic, J. P. (2012). Testicular ultrasonogram pixel intensity during sexual development and its relationship with semen quality, sperm production, and quantitative testicular histology in beef bulls. *Theriogenology*; 78:69-76.
- 6) Chacón, J. (2013). Evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal durante el examen andrológico en toros bajo condiciones de monta natural y manejo extensivo. XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría, 91-96.
- 7) Correia, H. F. R. (2015). Ecogenicidad e histología testicular en borregos dentro y fuera del período reproductivo, que fueron gestados como mellizos o como únicos, con o sin esquila preparto de sus madres (Tesis de grado). Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- 8) De Lucas, T. J. y Bellanda, O. G. (2013). Manual sobre el uso de la ecografía (ultrasonografía) en la producción de ovinos y caprinos. Facultad De Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. México.
- 9) Dyce, K. M. (2007). Anatomía Veterinaria. Manual Moederno, México. 187-235.
- 10) Gázquez, O. A y Blanco, R. A. (2004). Tratado de Histología Veterinaria. MASSON, España. 375-378.
- 11) Giffin, J. L; Bartlewski, P. M; Hahnel, A. C. (2014). Correlations among

- ultrasonographic and microscopic characteristics of prepubescent ram lamb testes. *Experimental Biology and Medicine*; 239:1606-1618.
- 12) Giraldo, C. E. (2003). Principios básicos de ultrasonografía veterinaria. *Rev. MVZ-Córdoba* 2003; 8:(2), 303-309
 - 13) Gómez, V; Migliorisi, A. L; Soules, A; Pastorelli, V; Soto, A. T.(2006). Caracterización ultrasonográfica de patologías epididimarias crónicas y granuloma espermático en el carnero. VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario.
 - 14) Gnemmi, G y Maraboli, C. (2007). Ultrasonografía del aparato reproductor del macho: aplicaciones a campo. *Taurus, Bs. As. ; 9(33):38-45.*
 - 15) Gutiérrez, H. J. L; Garrido, F. G. I; Acosta, D. J. P; Díaz, E. A., Tenorio, G. V. R; Tortora, P. J. L. (2015). Diagnóstico serológico, histopatológico y molecular de epididimitis ovina en carneros de Zacatecas, México. *Rev.. Quehacer Científico en Chiapas* 10 (2).
 - 16) Hafez, B. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. Séptima edición, Mc Graw-Hillinteramericana, México. 13-14.
 - 17) Hernández, D. C. (2015). Documentación de imágenes y reporte ecográfico. *Rev. Chil. reumatol*, 31(4), 204-209
 - 18) Horst, E. K y Liebich, H. G. (2005). Anatomía de los animales domésticos. Texto y atlas en color, Tomo II, Órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso. Editorial Médica Panamericana, Madrid, España. 129-130.
 - 19) Kastelic, J. P; Cook, R. B; Pierson, R. A; Coulter, G. H. (2001). Relationships among scrotal and testicular characteristics, sperm production, and seminal quality in 129 beef bulls. *Canadian Journal of Veterinary Research*; 65(2): 111-115.
 - 20) Kastelic, J. P y Brito, L. F. C. (2012). Ultrasonography for monitoring reproductive function in the bull. *Reproduction in Domestic Animals*, 47: 45-51.

- 21) Kolasa, A; Misiakiewicz, K; Marchlewicz, M; Wiszniewska, B. (2012). The generation of spermatogonial stem cells and spermatogonia in mammals. *Reproductive Biology*; 12:5–23.
- 22) López, G. R. S. (2011). *Ultrasonografía aplicada a la reproducción bovina*. (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- 23) Pérez, M. C. C; Cabello, A; Puentes A. A. (2017). La ecografía testicular para selección de sementales: estudio de imágenes, texturas o riego sanguíneo. *Revista AESLA, Asociación de Ganaderos de Ovino Lacauene*. 6-8.
- 24) Rizzo, H; Gregory, L; Beraldi, F; Feola, A; Scarcelli, E; Paulin, L.M. (2014) Ocorrência de anticorpos anti-Brucella ovis em ovinos com 38 histórico de distúrbios reprodutivos no estado de São Paulo, Brasil., *Archivo del Instituto de Biología de San Pablo* 81:99-106.
- 25) Robles, C. A. (2004). *Salud Reproductiva del Carnero*. Bariloche, INTA, 36 p
- 26) Rodríguez, R; Mayayo, T; Lennie, A; Sanz, E; Arias, F; García, R. (2006) *Ecografía testicular*. *Arch Esp Urol*; 59:441-454
- 27) San Pedro, A. P. (2018). *Uso de la ultrasonografía en el examen andrológico* (Tesis de grado). Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- 28) Soto, A. T. y Gómez, M. V. (2007). Diagnóstico ultrasonográfico de patologías del aparato genital de la hembra ovina y caprina. En *Memorias del V Curso Ultrasonografía Reproductiva en Pequeños Rumiantes*. Realizado del 8 al 11 de mayo del 2007. Cátedra de reproducción animal, Facultad de ciencias veterinarias. Universidad Nacional de La Plata, Argentina, pp38.
- 29) Tanta, F. J. (2018). *Utilización de una Escala de Grises para la Evaluación Ecográfica de la Corteza Renal en Caninos (Canis lupus familiaris)*. (Tesis de grado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Peru.
- 30) Wondimu, A; Asebe, G; Regassa, F. (2015). *Gross Abnormalities of Testes in Different Breed of Bucks and Rams Slaughtered at Helimex*

Abattoir Debre Zeit. The Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences, 2(2), 373-378.

- 31) Wu, H. P; Hao, Y. J; Li, X; Zhao, Q. Z; Chen, D. Q; Kuang, X. A; Wang, D. (2010). B-Mode ultrasonographic evaluation of the testis in relation to serum testosterone concentration in male Yangtze finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*) during the breeding season. Theriogenology; 73(3): 383-391.