Universidad Técnica Nacional

Sede de Atenas

Licenciatura en Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría

Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal en ovinos sanos físicamente de la Región Central y Chorotega, Costa Rica

Trabajo final de Graduación para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría

Sofía Araya Durán

Atenas, Costa Rica

2023

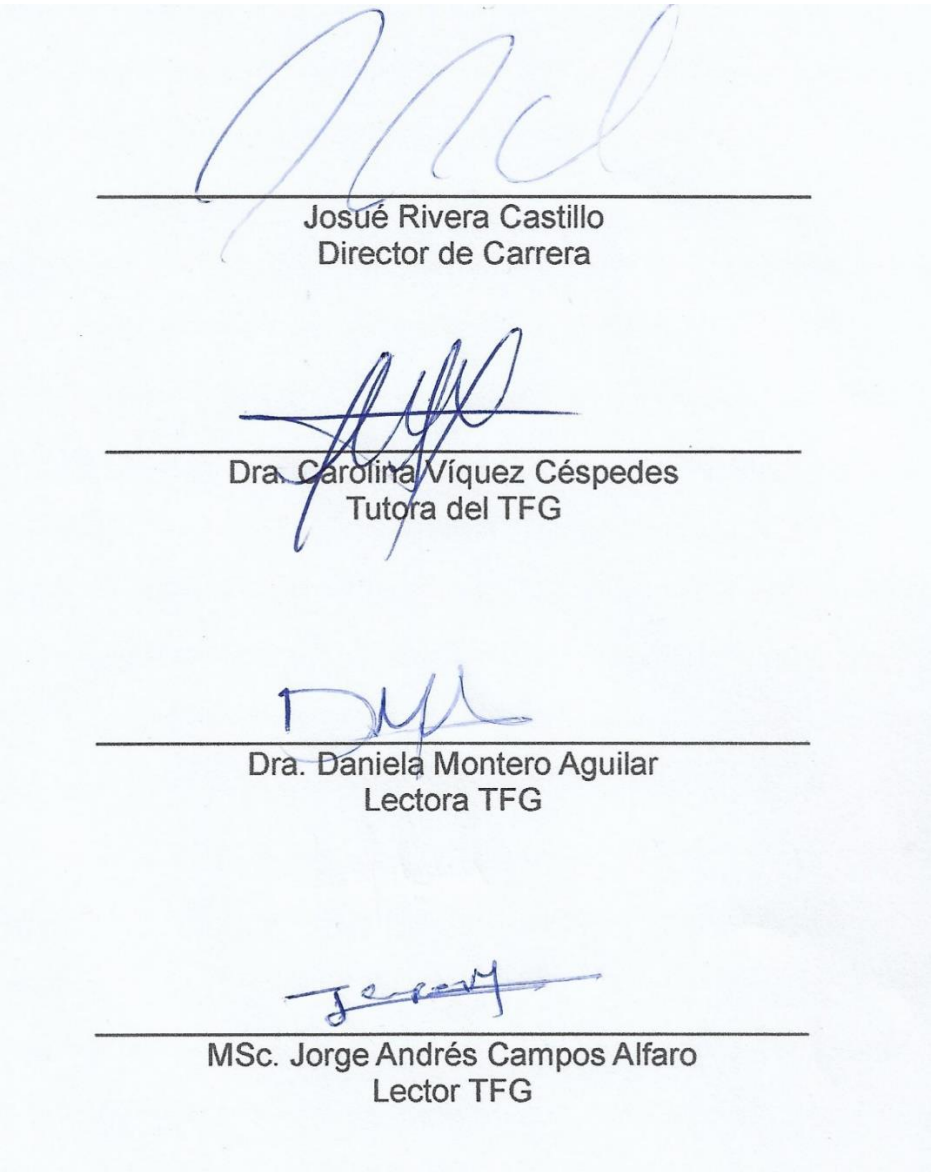
DECLARACIÓN JURADA

Yo, Ana Sofía Araya Durán, portadora de la cédula de identidad número 2-0752-0910 estudiante de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría, conocedor (a) de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante el (la) Director (a) de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los siete días del mes de septiembre del 2023.

HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Medicina Veterinaria con Énfasis en Buiatría.



Josué Rivera Castillo
Director de Carrera

Dra. Carolina Víquez Céspedes
Tutora del TFG

Dra. Daniela Montero Aguilar
Lectora TFG

MSc. Jorge Andrés Campos Alfaro
Lector TFG

DEDICATORIA

A mi familia, gracias por ser mi apoyo incondicional en cada paso que doy. Papi, Mami, Dani, Mari, y mis abuelitos Arsenio y Marina ustedes han sido el motor que me impulsa a perseguir mis sueños. Sin ustedes nada de esto sería posible.

A mis angelitos, Abuela Sonia, Abuelo Chico y Estrella, que me cuidan desde el cielo, y son mi principal fuente de inspiración. Aunque estén lejos físicamente, sé que siempre me acompañan.

A mi teacher Caro, le debo gratitud eterna. Sus enseñanzas y guía han sido fundamentales para mi crecimiento profesional y personal. Gracias por inspirarme.

Por último, pero no menos importante, para la Sofía de 6 años que un día dijo “quiero ser veterinaria”, y sin darse cuenta creó un sueño que hoy se hace realidad. Gracias por no rendirte nunca a pesar de las dificultades, por la perseverancia y resiliencia. ¡Lo logramos!

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme en cada paso y no dejarme en los momentos más difíciles. Gracias por bendecirme y darme la oportunidad de crecer.

A mi familia, porque ustedes son mi apoyo incondicional en cada desafío. Su presencia me ha ayudado y llenado de alegría en los momentos más difíciles. Estaré eternamente agradecida por todo lo que han hecho por mí. Los amo más de lo que las palabras pueden expresar.

A las personas que hicieron este camino más agradable, Caro, Bren, Sofi, Fer, Kris, Oscar y mis compañeros de AM. Gracias por hacer que cada día en la universidad fuera especial, gracias por compartir risas, alegrías, llantos y mangos. Cada momento ha sido único y especial, y sé que nuestra amistad perdurará a lo largo del tiempo.

A mis profesores, ustedes han sido guías que me han ayudado a crecer como profesional y ser humano. Su dedicación y pasión por enseñar han dejado una gran huella en mí. Gracias infinitas a mis teachers.

A mi tutora y mis lectores, gracias por su tiempo, dedicación y esfuerzo a lo largo de todo este proceso.

RESUMEN

Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal en ovinos sanos físicamente de la Región Central y Chorotega, Costa Rica

Sofía Araya

La información reproductiva del macho en rumiantes menores en el país es limitada, más aún en ultrasonografía, por lo que el objetivo del estudio fue describir los hallazgos de la apariencia ecográfica del contenido escrotal de 35 ovinos físicamente sanos. De estos, el 40.00% mostró características de una apariencia ecográfica testicular sin alteraciones. El 60.00% presentó en el parénquima pequeñas zonas hiperecoicas como única diferencia, esto se atribuye a la degeneración típica del envejecimiento. Además, se dividieron según su edad en tres grupos, 1 (6-12 meses; 25.70%), 2 (13-48 meses; 45.70%) y 3 (49-96 meses; 28.60%).

La media obtenida para el mediastino fue de 0.25±0.10 cm, la de la pared de 0.23±0.09 cm y la cápsula de 0.14±0.06 cm. En el epidídimo, el diámetro fue de 1.55±0.44 cm para la cabeza, 0.25±0.09 cm para el cuerpo y 2.55±0.49 cm para la cola.

Se obtuvo que a mayor edad los ovinos presentaban alteraciones en la apariencia ecográfica y un menor tamaño del mediastino ($p<0.05$). La raza influyó en el tamaño de las estructuras epididimarias ($p<0.05$). A mayor condición corporal, mayor fue el grosor del cuerpo del epidídimo ($p<0.05$). La consistencia testicular suave presentó mayor diámetro de pared ($p<0.05$). Los testículos ovoides y alargados mostraron mayores dimensiones de las estructuras del epidídimo ($p<0.05$).

La circunferencia escrotal (CE) fue en la mayoría de los individuos (71.40%) menor a lo establecido por la literatura (31.08±3.28 cm). Se observó que, a mayor edad, mayor CE ($p<0.01$). Por último, el volumen testicular (VT) fue agrupado en bajo (<130 cm^3; 48.60%), normal (130-220 cm^3; 45.70%) y alto (>220 cm^3; 5.70%). Se determinó que VT altos presentaban mayor grosor en el mediastino, pared y cabeza del epidídimo ($p<0.05$).

Palabras claves: ovinos, testículos, contenido escrotal, ultrasonografía, apariencia ecográfica.

ABSTRACT

Findings from the ultrasonographic examination of the scrotal contents in physically healthy sheep from the Central Region and Chorotega, Costa Rica

Sofía Araya

The reproductive information of the male in small ruminants in the country is limited, especially in ultrasonography, thus the study aimed to describe the findings of the ultrasound appearance of the scrotal content of 35 physically healthy sheep. Of these, 40.00% exhibited characteristics of an unaltered testicular ultrasound appearance. The 60.00% showed small hyperechoic areas in the parenchyma as the only difference, attributed to the typical aging degeneration. Furthermore, they were categorized by age into three groups, 1 (6-12 months; 25.70%), 2 (13-48 months; 45.70%) and 3 (49-96 months; 28.60%).

The measured value for the mediastinum was 0.25±0.10 cm, that of the wall 0.23±0.09 cm, and the capsule 0.14±0.06 cm. In the epididymis, the diameter was 1.55 ± 0.44 cm for the head, 0.25 ± 0.09 cm for the body, and 2.55 ± 0.49 cm for the tail.

It was found that increasing age, sheep displayed alterations in ultrasound appearance and a smaller mediastinum size ($p<0.05$). Breed influenced the size of the epididymal structures ($p<0.05$). Higher body condition was associated with a thicker epididymal body ($p<0.05$). Soft testicular consistency presented a larger wall diameter ($p<0.05$). Oval and elongated testicles showed larger dimensions of t epididymal structures ($p<0.05$).

Scrotal circumference (SC) was lower than literature stablished values (31.08 ± 3.28 cm) for most individuals (71.40%). It was observed that with increasing age, SC increased ($p<0.01$). Lastly, testicular volume (VT) was categorized into low (<130 cm3; 48.60%), normal (130-220 cm3; 45.70%), and high (>220 cm3; 5.70%). It was determined that higher VT values were linked with greater thickness in the mediastinum, wall and head of the epididymis ($p<0.05$).

Keywords: sheep, testicles, scrotal contents, ultrasonography, ultrasound appearance.

Índice de contenido

I. INTRODUCCIÓN.....15
1.1 Problemática.....15
1.2 Justificación.....17
1.3 Antecedentes.....18
1.3.1 Antecedentes Internacionales.....18
1.3.2 Antecedentes Nacionales.....20
1.4 Objetivos.....21
1.4.1 Objetivo general.....21
1.4.2 Objetivos específicos.....21
1.5 Hipótesis.....22
II. MARCO TEÓRICO.....23
2.1 Evaluación Física de los Ovinos.....23
2.1.1 “The Five Point Check©”.....23
2.2 Medidas biométricas.....30
2.2.1 Peso.....30
2.2.2 Cronología dentaria.....30
2.4 Mediciones testiculares.....31
2.4.1 Circunferencia escrotal.....31
2.4.2 Volumen testicular.....32
2.5 Examen ultrasonográfico.....32
2.5.1 Estructuras testiculares.....33
III. MARCO METODOLÓGICO.....35
3.1 Ubicación.....35
3.2 Muestra.....35
3.2.1 Criterio de selección.....35
3.2.2 Hemograma completo.....37
3.2.3 Obtención de medidas biométricas.....37
3.3 Determinación de mediciones testiculares.....38
3.3.1 Consistencia testicular.....38
3.3.2 Forma testicular.....38

3.3.3 Largo escrotal....39
3.3.4 Circunferencia escrotal....39
3.3.5 Volumen testicular....40
3.4 Examen ultrasonográfico....41
3.5 Análisis estadístico....43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....44
4.1 Descripción de la apariencia ecográfica....44
4.2 Estadística descriptiva de la población....49
4.2.1 Variables físicas....49
4.2.2 Variables testiculares....50
4.2.3 Mediciones de las estructuras del saco escrotal....52
4.4 Análisis de asociación estadística....56
4.4.1 Características físicas....56
4.4.2 Características testiculares....59
V. CONCLUSIONES....64
VI. RECOMENDACIONES....66
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS....67

Índice de figuras

Figura 1. Presencia de secreción nasal en ovino 24
Figura 2. Tarjeta para la aplicación del método de FAMACHA©.....25
Figura 3. Presencia de edema submandibular o cuello de botella en un ovino ...26
Figura 4. Técnica de palpación para medir la condición corporal en ovinos.....27
Figura 5. Conformación de condición corporal 28
Figura 6. Tarjeta para aplicación de “Dag Score” 30
Figura 7. Comparación de las diferentes formas testiculares en ovinos diseccionados.....38
Figura 8.. Medición normal del largo escrotal (línea roja como referencia de largo máximo).....39
Figura 9. Medición de circunferencia escrotal 40
Figura 10. Medición del largo del testículo izquierdo con el caliper 40
Figura 11. Apariencia ultrasonográfica normal en la región del cuello.....45
Figura 12. Apariencia ultrasonográfica normal de la región del parénquima 46
Figura 13. Apariencia ultrasonográfica normal de las estructuras del epidídimo .47
Figura 14. Hallazgos ultrasonográficos irregulares en parénquima testicular.....49

Índice de tablas

Tabla 1. Determinación de edad en ovinos mediante cronometría 31
Tabla 2. Clasificación del rendimiento reproductivo del carnero según la circunferencia escrotal obtenida.....32
Tabla 3. Datos sobre el clima de la Región Central y Chorotega de Costa Rica .35
Tabla 4. Evaluación de 5 puntos, raza, edad y peso.....36
Tabla 5. Determinación de medidas testiculares.....42
Tabla 6. Determinación de la apariencia ecográfica y medidas en las diferentes vistas 42
Tabla 7. Descriptivas de las variables independientes físicas de los individuos en estudio.....50
Tabla 8. Medidas de las variables testiculares de los individuos en estudio.....51
Tabla 9. Medidas (cm) del largo y ancho testicular de ambos testículos 52
Tabla 10. Medidas del diámetro (cm) de las estructuras del epidídimo de ambos testículos 52
Tabla 11. Medidas (cm) descriptivas de las estructuras internas del testículo izquierdo obtenidas mediante ultrasonografía.....54
Tabla 12. Medidas (cm) descriptivas de las estructuras internas del testículo derecho obtenidas mediante ultrasonografía 54
Tabla 13. Medidas (cm) descriptivas de las estructuras internas del testículo izquierdo y derecho obtenidas mediante ultrasonografía 55
Tabla 14. Promedios de volumen testicular según la categorización de edad.....57
Tabla 15. Promedios de las medidas de cabeza y cola del epidídimo según la categorización de la forma testicular 60
Tabla 16. Promedios de las medidas de mediastino, pared y cabeza del epidídimo según la categorización del volumen testicular 63

Índice de abreviaturas

cm	Centímetros
cm^3	Centímetros cúbicos
mL	Mililitros
mm	Milímetros

I. INTRODUCCIÓN

La palpación escrotal forma parte importante de la examinación reproductiva en carneros, técnica que le permite al médico veterinario detectar una gran variedad de anomalías por sí sola. Sin embargo, la ultrasonografía se considera como el principal método de imagen para obtener hallazgos significativos en la arquitectura del parénquima testicular, ya que muchos de estos pueden ser pasados por alto durante la palpación y, a su vez, ayuda a concretar diagnósticos reproductivos importantes (Kumari et al., 2015; Raji et al., 2016).

1.1 Problemática

En comparación con la producción bovina los ovinos son considerados como animales altamente fértiles, pero de bajo valor económico. Por este motivo, en ellos el uso de exámenes ultrasonográficos se limita a observar el ciclo de la hembra para predecir el día ideal de monta y posteriormente para obtener un diagnóstico de preñez (Crilly et al., 2017; Almadaly et al., 2019). Por esta razón, en la mayoría de los casos donde la gestación no ocurre se le atribuye el problema al rendimiento reproductivo de la hembra, dejando de lado la posibilidad de que el macho pueda presentar características que afecten su fertilidad (Víquez, 2013).

Debido a que, a nivel nacional, evaluar los órganos reproductivos de los machos en rumiantes menores mediante el empleo de la ultrasonografía no suele ser una práctica constante, existe un vacío técnico significativo sobre el tema. Esta faltante de información se centra en la identificación del aspecto ecográfico

del parénquima testicular esperado en un individuo sano. Por lo tanto, el desconocimiento ocasiona que los médicos veterinarios no sean capaces de reconocer y relacionar los hallazgos ultrasonográficos con posibles patologías, errando en el diagnóstico. Tal y como mencionan Bretzlaff y Romano (2001), la experiencia del operador es esencial para la eficiencia y precisión del procedimiento.

Por consiguiente, se desconoce si existe influencia o relación entre los diferentes factores ambientales y los resultados de las evaluaciones ultrasonográficas. Además, cabe destacar que, como consecuencia a una falta de práctica en las ultrasonografías, generalmente no se emplea una técnica totalmente adecuada en la manipulación del transductor del ultrasonido o se desconoce los rangos normales de medición de estructuras como cápsula, pared, mediastino, así como la apariencia normal del parénquima y epidídimo.

Por otra parte, la mayoría de las investigaciones realizadas sobre temas relacionados al uso de las imágenes ultrasonográficas como parte importante en la evaluación del rendimiento reproductivo en los carneros se han llevado a cabo en países donde la producción ovina es esencial para la economía nacional, como es el caso de Brasil (Teixeira et al., 2012; Ribeiro et al., 2017), Pakistán (Murtaza et al. 2019) y Grecia (Gouletsou et al., 2003; Gouletsou, 2017), donde generalmente efectúan los estudios utilizando razas propias del país o región, lo cual dificulta el aplicar los resultados obtenidos en las razas utilizadas en los sistemas de producción ovina de Costa Rica.

1.2 Justificación

En la mayoría de las fincas, la actividad ovina no es rentable para ser el primer sustento de los productores, por lo que no suelen ser grandes producciones (Cordero, 2012; Mora y Chacón, 2015). Debido a esto, gran parte del éxito de los sistemas de producción recae en la mejora del rendimiento reproductivo de los animales (Boukhliq et al., 2018). La ecografía suele considerarse una herramienta económica, no invasiva, que no provoca dolor, rápida y que provee información a tiempo real para los posibles hallazgos clínicos (Gouletsou, 2017), por lo cual este método puede brindar una variedad de beneficios para este tipo de explotaciones, ya que se podría utilizar de manera rutinaria cuando se aplica en las hembras, y también para evaluar alteraciones asociadas a la capacidad reproductiva del macho en caso de no tener acceso al examen andrológico completo.

Sin embargo, la información que está disponible a nivel reproductivo del macho en rumiantes menores en el país es limitada, principalmente en la aplicación de imágenes ecográficas. Esto ha provocado que en la mayoría de las fincas ovinas se utilicen machos que no son aptos para la reproducción, por lo que se perpetúan características y rasgos genéticos que no son los ideales para la producción. El éxito de la presente investigación puede proveer en un futuro información esencial que colabore a que la examinación andrológica sea más completa, y, por ende, que el pronóstico del animal sea más real y confiable.

Por otra parte, se ha comprobado que la mayor parte de los resultados exitosos al emplear técnicas de reproducción natural o artificial, recaen principalmente en la evaluación andrológica del macho, destacando el uso de las

imágenes ultrasonográficas para verificar que los individuos seleccionados sean fértiles y que no presenten lesiones en los órganos reproductivos (González et al., 2010; Murtaza et al., 2019), es decir, que sean totalmente aptos para la reproducción. Además, es importante destacar que el ultrasonido es considerado como una de las biotecnologías más significativas para aumentar la productividad por medio de mejoras genéticas (Andrade et al., 2018).

1.3 Antecedentes

1.3.1 Antecedentes Internacionales

En el 2003, Gouletsou et al., en Grecia, evaluaron por medio de ultrasonido los testículos y epidídimos de 31 corderos sanos para determinar las características ecográficas normalmente percibidas en ausencia de enfermedades y lesiones. Los resultados mostraron en la mayoría una ecogenicidad homogénea de baja a moderada en el parénquima testicular, mientras que el mediastino se logró percibir en un 87% de los casos siendo este hiperecogénico. La cola del epidídimo presentó menor ecogenicidad en comparación con el parénquima, el cuerpo no logró observarse y la cabeza se visualizó parcialmente con una ecogenicidad similar a la cola.

En Brasil, Teixeira et al. (2012) emplearon la técnica de ultrasonografía con el objetivo de establecer una ecogenicidad estándar del parénquima testicular en ovinos prepúberes y, además, la correlación de esta con la biometría testicular. Se utilizaron 8 carneros Santa Inés de 6 meses de edad, en los cuales se logró observar una ecogenicidad homogénea en todos los planos evaluados.

Asimismo, se obtuvo una alta correlación ($p<0.01$) entre la ecogenicidad y la circunferencia escrotal.

Ribeiro et al. (2017) elaboraron un estudio en Brasil para determinar la relación entre la ecogenicidad, biometría testicular y la edad en rumiantes menores. Para esto, se evaluaron 54 carneros sanos de raza Santa Inés, los cuales fueron clasificados según la edad en grupo 1 (1-5 meses), grupo 2 (6-11 meses) y grupo 3 (12-28 meses). El parénquima testicular de los individuos se observó homogéneo con baja ecogenicidad en el grupo 1 y media en los dos grupos restantes. Los valores de la biometría testicular mostraron una alta correlación ($p<0.05$) con la edad de los animales, observándose un aumento de las medidas de circunferencia escrotal y volumen testicular directamente proporcional a la edad del ovino.

Por otra parte, Andrade et al. (2018), también en Brasil, evaluaron la posible presencia de cambios en los testículos y epidídimos a través de examinaciones ultrasonográficas en 20 corderos prepúberes y púberes sanos de raza Santa Inés, la cual es propia del país. El resultado de la investigación mostró como la ecogenicidad del parénquima testicular se incrementa conforme aumenta la edad del animal, presentando una apariencia ecogénica baja en aquellos animales prepúberes y moderada en los púberes.

En Irak, Saaed y Zaid (2018), utilizaron la ultrasonografía para la evaluación testicular con el fin de detectar diferencias según la edad de los individuos. El estudio se realizó en 12 corderos de tres meses de edad y dos carneros de tres años, los cuales se evaluaron durante 6 meses. Se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) en el largo, ancho y grosor testicular entre los

individuos maduros y los más jóvenes, presentándose una ecogenicidad más alta en los de mayor edad.

Por último, Murtaza et al., en Pakistán (2019), comprobaron el uso de la evaluación ultrasonográfica como herramienta importante para detectar lesiones ya determinadas en el parénquima testicular. Se realizaron imágenes ultrasonográficas en los órganos reproductivos de carneros y chivos, de los cuales 10 estaban completamente sanos y 30 presentaban lesiones espontáneas en testículos y epidídimos. Los resultados mostraron las diferencias ecográficas observadas ante la presencia de lesiones en el parénquima testicular, por ejemplo, los granulomas espermáticos se percibían como una masa anecoica con bordes mal definidos. Por otra parte, las lesiones por degeneración testicular mostraban una ecogenicidad reducida con áreas hiperecoicas dispersas, mientras que la epididimitis aumentaba el aspecto ecogénico.

1.3.2 Antecedentes Nacionales

En Costa Rica los estudios realizados sobre la examinación ultrasonográfica del contenido escrotal en ovinos son escasos. Solamente se han aplicado estudios similares en bovinos, como en el caso de dos investigaciones realizadas por Chacón et al. en el 2012. Los autores en el primer informe (2012a) evaluaron el contenido escrotal de 12 toros Brahman por medio de la ecografía, logrando obtener de esta forma conocimiento esencial sobre como se aprecia una imagen de ultrasonografía normal del contenido escrotal en toros. Adicionalmente, en el segundo estudio Chacón et al. (2012b), emplearon el uso del ultrasonido durante el examen andrológico de 30 toros *Bos taurus, Bos*

indicus y del cruce de ambas razas, donde se logró demostrar la importancia de relacionar los resultados andrológicos y hallazgos ecográficos para obtener una adecuada categorización reproductiva de los toros.

En otro estudio, Víquez (2013) empleó la evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal como herramienta adicional durante el examen andrológico de 301 toros reproductores. Los hallazgos manifestaron como apariencia normal un parénquima homogéneo con moderada ecogenicidad y un mediastino hiperecoico. Además, se obtuvo una mayor prevalencia de apariencias ecográficas anormales en toros mayores a 4 años ($p<0.01$), y en aquellos con escroto largo ($p<0.05$). Por otra parte, no se detectaron alteraciones significativas en la apariencia con respecto a la circunferencia escrotal y la clasificación andrológica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Establecer la apariencia ecográfica normal del contenido escrotal a través del análisis de los hallazgos obtenidos durante la examinación ultrasonográfica en ovinos sanos de la Región Central y Chorotega de Costa Rica para la determinación de factores físicos y reproductivos asociados.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las mediciones y apariencia ecográfica normal testicular mediante la realización de evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal de los planos longitudinal posterior, lateral, anterior y medial para el establecimiento de los parámetros normales de la especie.

- Establecer la relación de los hallazgos ecográficos del contenido escrotal con las características físicas de edad, raza, condición corporal y peso mediante análisis de correlación para la determinación de factores no reproductivos asociados a los hallazgos.
- Determinar la relación de los hallazgos ecográficos del contenido escrotal con las características testiculares de circunferencia escrotal, largo escrotal, consistencia, forma, largo y volumen testicular mediante análisis de correlación para la determinación de factores reproductivos de asociación.

1.5 Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): No existe correlación entre las variables testiculares obtenidas por medio de la ecografía y las variables físicas.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe correlación entre las variables testiculares obtenidas por medio de la ecografía y las variables físicas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Evaluación Física de los Ovinos

2.1.1 "The Five Point Check©"

"The Five Point Check©", conocido como los 5 puntos a evaluar en español, es un sistema de tratamiento selectivo dirigido. Este método tiene como objetivo seleccionar animales de forma individual para aplicar un tratamiento específico, especialmente contra parásitos internos, por lo que, en general, dicho sistema proporciona una idea sobre el estado de salud de los ovinos, clasificándolos en individuos sanos o enfermos (Bath y Van Wyk, 2009; Bath, 2011).

2.1.1.1 Nariz

Se evalúa la posible presencia de secreción nasal (Figura 1) clara o purulenta, lo cual puede ser indicativo de infección. La descarga nasal en ovinos se les atribuye generalmente a infecciones microbianas secundarias que pueden ser ocasionadas por el parásito *Oestrus ovis*, el cual ha sido relacionado con un rendimiento reproductivo reducido a causa de una afectación del olfato que no permite detectar a las hembras en celo. Los animales se clasifican de 0-1, siendo 0 la ausencia de secreción en la nariz, y 1 la presencia de esta (Bath y Van Wyk, 2009).

Figura 1.

Presencia de secreción nasal en ovino

Fuente: Matos et al*.,* 2013.

2.1.1.2 Ojo

Se examina el color de la mucosa conjuntival a través del sistema de tarjeta FAMACHA©. El empleo de esta técnica inició en Sudáfrica alrededor de los años 90, la cual fue desarrollada con el fin de controlar las parasitosis por *Haemonchus contortus* en pequeños rumiantes (Bath y Van Wyk, 2009). Esto debido a que el color de la conjuntiva de los animales se asocia al paquete del volumen celular (PCV), por lo que se considera como un indicador de los posibles grados de anemia (Şahin et al., 2021).

La carta FAMACHA© corresponde a una escala de color que va de 1 a 5 (Figura 2); iniciando con rojo (1), rojo-rosado (2), rosado (3), rosado-blanco (4), y blanco (5) (Şahin et al., 2021).

Figura 2.

Tarjeta para la aplicación del método de FAMACHA©

Fuente: Bath y Van Wyk, 2009.

2.1.1.3 Mandíbula

Se observa la presencia de un edema subcutáneo debajo de la mandíbula, también conocido como cuello de botella (Figura 3). Este debe ser suave y frío al tacto, y manifestarse junto con picor. Reconocer el edema se considera una técnica simple y rápida para identificar clínicamente hipoproteinemia en el individuo, ocasionado principalmente por una alta carga de parásitos hematófagos. Los animales se evalúan con una escala de 0-1, donde 0 corresponde a la ausencia del edema submandibular y 1 indica la presencia de este (Bath y Van Wyk, 2009).

Figura 3.

Presencia de edema submandibular o cuello de botella en un ovino

Fuente: Bath y Van Wyk, 2009.

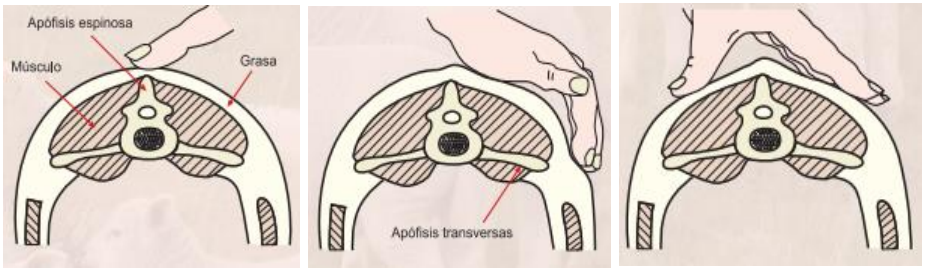
En esta zona del cuello también se procede a palpar los linfonodos submandibulares para verificar la consistencia y tamaño. El agrandamiento de los ganglios linfáticos puede darse por un proceso infeccioso, en ovino es usual la infección bacteriana por *Corynebacterium pseudotuberculosis* (Pugh et al., 2012).

2.1.1.4 Espalda (lomo)

En la espalda se emplea principalmente la puntuación de la condición corporal (CC) de los individuos, considerada como una técnica práctica y fácil de aprender. Este método se realiza mediante la palpación de la columna vertebral en la región lumbar, principalmente palpando las apófisis espinosas y transversas (Figura 4) (Kenyon et al., 2014; Romero, 2015).

Figura 4.

Técnica de palpación para medir la condición corporal en ovinos



Fuente: Romero, 2015.

La evaluación de la condición corporal se basa en la capacidad de percibir el grado de cobertura de grasa subcutánea a través de la palpación, calificando a los individuos con una puntuación de 1 a 5 (Figura 5), siendo 1 un animal muy flaco y 5 uno obeso, como se detalla a continuación (Kenyon et al., 2014; Romero, 2015):

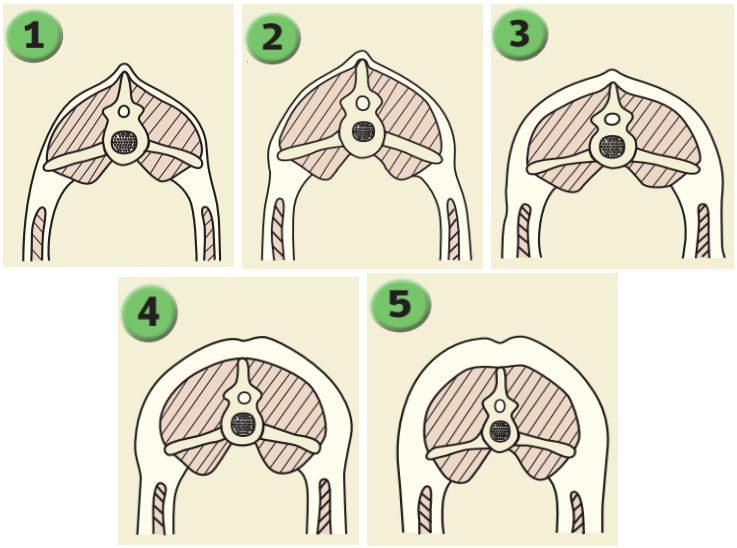
- Condición corporal 1: Animal con muy bajo peso. Los procesos espinosos son prominentes y de bordes afilados al tacto. En las apófisis transversas se palpan los bordes afilados y los dedos pasan fácilmente por debajo de estas. No se observa una cobertura de grasa.
- Condición corporal 2: Animal con bajo peso. Se palpa las apófisis espinosas suaves, pero aun prominentes. Los procesos transversos están levemente cubiertos por tejido, y los dedos se deslizan por debajo empleado una leve presión. Se observa una moderada capa de grasa en el área.
- Condición corporal 3: Animal en buenas condiciones. Las apófisis espinosas se sienten suaves y redondeadas de tejido, palpándose solamente ejerciendo presión. Las apófisis transversas se palpan suaves y cubiertas de tejido, por lo

que se requiere de una presión firme para pasar los dedos por debajo. Se observa una adecuada cubierta muscular y de grasa, y el hueso de la cadera.

- Condición corporal 4: Animal con sobrepeso. Las apófisis espinosas son apenas detectables al aplicar una presión fuerte durante la palpación, y se sienten como una línea dura. Las apófisis transversas no son perceptibles. El hueso de la cadera no se aprecia y se observa un depósito de grasa en el área de la cola.
- Condición corporal 5: Animal obeso. Los procesos espinosos no pueden ser detectados, y debido al alto nivel de grasa se presenta una depresión donde normalmente se deberían sentir las apófisis espinosas. No se logra detectar las apófisis transversas. Se observa una capa de grasa muy gruesa.

Figura 5.

Conformación de condición corporal



Fuente: Romero, 2015.

Asimismo, en esta zona se realiza una examinación de la piel y el pelaje para verificar la ausencia de lesiones, costras y pérdida de pelo o lana.

Generalmente, si se observa un animal con lana apelmazada es probable que tenga más de 12 meses sin deslanar, que haya estado enfermo o que presente una deficiencia nutricional (Pugh et al., 2012). Se emplea un sistema de puntuación de 1-3, donde 1 es indicativo de un pelaje de buena calidad y 3 de mala calidad con lesiones, costras, pelaje apelmazado, alopecia (Schoenian, 2013).

2.1.1.5 Cola

Se evalúa la presencia y cantidad de heces en la zona debajo de la cola por medio de la tarjeta “Dag score” (Figura 6), con el fin de calificar el posible grado de diarrea que presente el animal. La puntuación Dag va de 0 a 5, que corresponde a 0- sin suciedad fecal, 1- muy ligera suciedad fecal en el borde de la cola, 2- ligera suciedad fecal en el borde de la cola y en cada lado, 3- suciedad moderada en cola y lana, 4- suciedad severa que se extiende a la lana, y 5- diarrea acuosa muy intensa que se extiende a los corvejones (Inbaraj et al*.,* 2018). Es importante diferenciar si la suciedad presente son heces y no barro.

Figura 6.

Tarjeta para aplicación de "Dag Score"

Fuente: Bath y Van Wyk, 2009.

2.2 Medidas biométricas

2.2.1 Peso

El peso en los carneros representa un papel muy importante en cuanto el desempeño reproductivo, por lo que el determinar el peso y llevar un control de este es sumamente importante en las producciones. Existen diferentes técnicas para obtener el peso vivo en los ovinos como el uso de la balanza electrónica, la cinta de pesaje o con una fórmula matemática obtenida a través de las mediciones de perímetro torácico (PT) y longitud corporal (LC) con una cinta métrica en pulgadas (Wangchuk et al., 2018).

2.2.2 Cronología dentaria

Los rumiantes menores presentan dos tipos de piezas dentales que corresponden a los dientes de leche, lo cuales son temporales, y los dientes de

adulto, que son permanentes. Estos se diferencian por la forma y color, debido a que las piezas temporales son más pequeñas y amarillentas en comparación con las permanentes. Estas características permiten realizar una estimación para determinar la edad en los ovinos (Tabla 1) (Torres, 2010; Romero, 2015).

Tabla 1.

Determinación de edad en ovinos mediante cronometría

Dientes	Edad
Primeros incisivos deciduos	0 a 1 semana
Segundos incisivos deciduos	1 a 2 semanas
Terceros incisivos deciduos	2 a 3 semanas
Incisivos extremos deciduos	3 a 4 semanas
Premolares deciduos	0 a 4 semanas
Primeros molares permanentes	3 a 5 meses
Segundos molares permanentes	9 a 12 meses
Terceros molares permanentes	24 a 30 meses
Premolares permanentes	24 a 30 meses
Primeros incisivos permanentes	12 a 18 meses
Segundos incisivos permanentes	24 a 30 meses
Terceros incisivos permanentes	36 a 40 meses
Incisivos extremos permanentes	40 a 50 meses

Fuente: Propia, adaptado de Torres, 2010; Romero, 2015.

2.4 Mediciones testiculares

2.4.1 Circunferencia escrotal

Entre los parámetros más importantes empleados durante la evaluación andrológica de un macho se encuentra la circunferencia escrotal (CE), la cual se determina a través de una cinta métrica especial para esta medición (Ridler et al., 2012; Pezzanite et al., 2017). Tal y como mencionan Tibary et al. (2018) y Mostafa y Farghal (2019), los resultados de la medición de CE pueden proporcionar una idea del posible rendimiento reproductivo de los carneros,

clasificándolos en dos categorías; macho cuestionable o satisfactorio (Tabla 2). Sin embargo, esto va a depender también de la edad del animal.

Tabla 2.

Clasificación del rendimiento reproductivo del carnero según la circunferencia escrotal obtenida

	CE en corderos (< 12 meses)	CE en carneros (> 12 meses)
Cuestionable	< 30	< 33
Satisfactorio	≥ 30	≥ 33

Fuente: Propia, adaptado de Tibary et al., 2018; Mostafa y Farghal, 2019.

2.4.2 Volumen testicular

El volumen testicular (VT) se obtiene a través de las mediciones de largo, y ancho de cada uno de los testículos del carnero. Este aspecto logra transmitir una idea del tamaño testicular en los animales, el cual sirve como un indicador de la fertilidad. Es importante destacar que, en sus hijas, también existe una relación positiva de su fertilidad con respecto al tamaño de los testículos de sus correspondientes antecesores (Sathe y Shipley, 2014).

2.5 Examen ultrasonográfico

El ultrasonido es una herramienta diagnóstica que utiliza ondas de sonido de muy alta frecuencia que son imperceptibles para el odio humano. Estas ondas son transmitidas por una sonda o transductor dentro del cuerpo del animal, donde van a viajar a través de los tejidos generando ondas o “ecos” que regresan para crear imágenes ecográficas de alta resolución en el monitor (Mattoon et al., 2020).

Existen muchos tipos de ultrasonidos y configuraciones y su elección dependerá del tejido en el que se emplea la examinación. La mayoría de los autores (Scott y Sargison, 2010; Crilly et al., 2017; Boukhliq et al., 2018), coinciden en que la exploración ultrasonográfica de los testículos debe realizarse en modo B para obtener una imagen en escala de grises, por medio de un transductor lineal, utilizando una frecuencia de 5.00 a 7.50 megahertz (MHz).

La ecografía permite evaluar la arquitectura del parénquima testicular y los hallazgos obtenidos.

2.5.1 Estructuras testiculares

Algunas de las estructuras testiculares que se evalúan durante la ultrasonografía son las siguientes:

2.5.1.1 Mediastino

El mediastino es un área de tejido conectivo que se extiende a lo largo del eje longitudinal en el medio del parénquima testicular, el cual contiene vasos sanguíneos y túbulos de la rete testis (Youngquist y Threlfall, 2006), por lo que esta estructura es importante en el transporte de los espermatozoides hacia la cabeza del epidídimo, mientras van terminado su proceso de división celular y maduración (Boukhliq, et al., 2018).

2.5.1.2 Pared

La pared testicular está conformada por una fina membrana serosa, correspondiente a la túnica vaginal, la cual recubre el testículo, el epidídimo y el cordón espermático (Youngquist y Threlfall, 2006; Boukhliq, et al., 2018). La

túnica vaginal secreta un líquido que se encarga de lubricar el testículo durante sus movimientos (Gouletsou, 2017).

2.5.1.3 Cápsula

La cápsula testicular corresponde a una capa de tejido conectivo que envuelve todo el testículo. Esta estructura se reconoce anatómicamente como la túnica albugínea (Youngquist y Threlfall, 2006), la cual no es elástica, por lo que se encarga de mantener la forma del testículo (Gouletsou, 2017).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación

La investigación se llevó a cabo en fincas ovinas ubicadas en la Región Central y Chorotega de Costa Rica. En la Tabla 3, se presentan las principales características climáticas de las regiones donde se realizó el estudio.

Tabla 3.

Datos sobre el clima de la Región Central y Chorotega de Costa Rica

Región	Temperatura	Precipitación	Clima
Central	20°C promedio	1500-3000 mm anuales	Dos estaciones definidas (período seco y lluvioso)
Chorotega	20-33°C	1500-2500 mm anuales	Templado con abundantes lluvias que se alternan con largos períodos de sequía

Fuente: Propia, adaptado de Alvarado, 2003; MAG, 2020.

3.2 Muestra

La población de ovinos machos con finalidad reproductiva en la Región Central y Chorotega de Costa Rica corresponde a 1300 animales aproximadamente, en una distribución alrededor de 900 (69.23%) y 400 (30.77%) individuos, respectivamente (INEC, 2015). La forma de elección se realizó mediante el criterio de determinación y comparación de medias. Por medio de la calculadora estadística Select Statistical Services (2022), utilizando un 95% de confianza y un 5% de error aceptado, se obtuvo una muestra de 35 animales.

3.2.1 Criterio de selección

Los individuos fueron evaluados por medio del sistema internacional “The Five Point Check©”, el cual permitió comprobar que los machos estaban en

estado general de salud adecuado para participar en el estudio. Los elementos por examinar, según Bath y Van Wyk (2009), son los siguientes:

- Nariz: presencia de una descarga nasal clara o mucopurulenta. Además, en ausencia de este parásito se descartaron enfermedades respiratorias que presenten este signo.
- Ojo: se exponía la mucosa conjuntival para evaluar el color a través del sistema FAMACHA©.
- Mandíbula: existencia de un edema submandibular o cuello de botella. Asimismo, se evaluaba la consistencia y tamaño de los linfonodos.
- Espalda (lomo): condición corporal y evaluación del estado del pelaje.
- Cola: presencia de la cantidad de heces, el cual puede indicar la presencia de una diarrea leve o grave.

Se evaluaron en total siete criterios, por lo que los individuos que presentaran más de 3 aspectos alterados no fueron tomados en cuenta. Asimismo, se verificó por medio de los registros de las fincas, siempre y cuando existieran, que los ovinos que se incluyeron en el estudio no presentaban ningún tipo de historial sobre patologías reproductivas. Los resultados se anotaron en la Tabla 4.

Tabla 4.

Evaluación de 5 puntos, raza, edad y peso

Id	Pto 1	Pto 2	Pto 3	Pto 4	Pto 5	Raza	Edad	Peso (báscula)	Peso (cinta)

Fuente: Propia.

3.2.2 Hemograma completo

Además, se le realizó un hemograma completo a cada uno de los individuos para verificar que se encontraban en un adecuado estado de salud. Se recolectó una muestra sanguínea de la vena yugular en cada animal por medio de una jeringa de 5 mL y una aguja de calibre 18, empleando previamente una correcta asepsia con alcohol. Se procedió a colocar 4 mL de sangre en un tubo estéril con anticoagulante ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), el cual se utilizó para obtener los parámetros hematológicos de los individuos.

Los tubos con la muestra sanguínea se etiquetaron con los datos correspondientes del individuo, finca, fecha y hora, para así transportarlos correctamente en hielera a una temperatura de 5°C, evitando que estén en contacto directo con el hielo. En el laboratorio de la Universidad Técnica Nacional la muestra se homogenizó durante 10 minutos para evaluarla por medio de la máquina de hemograma Midray BC-5000 Vet.

3.2.3 Obtención de medidas biométricas

La raza y edad, en los casos donde no eran conocidas por el encargado, fueron determinadas por inspección visual de características físicas y dentarias. Mediante una adecuada sujeción se abrió la boca de los animales para evaluar los dientes y se definió la edad basada en la tabla 1. Luego, se calculó el peso mediante báscula electrónica y utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$Peso\ vivo\ (kg) = \left[\frac{(PT\ x\ PT\ x\ LC)}{300}\right] \div 2.2$$

Donde PT = perímetro torácico y LC = longitud corporal. Los valores obtenidos se colocaron en la Tabla 4.

3.3 Determinación de mediciones testiculares

3.3.1 Consistencia testicular

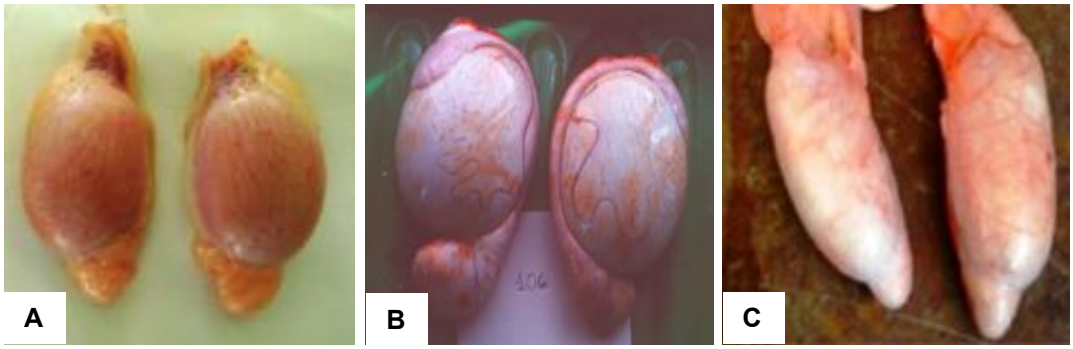
La evaluación de la consistencia testicular (CT) se realizó mediante la palpación de los testículos de los ovinos en estudio. Se procedió a sujetar ambos testículos con las dos manos aplicando una leve presión con el objetivo de sentir la textura y firmeza de las gónadas clasificándolas en normal, suave o dura (Etim et al., 2021). Los resultados se anotaron en la Tabla 5.

3.3.2 Forma testicular

Para determinar la forma de los testículos se empleó una inspección visual en combinación con la palpación externa del saco escrotal. Durante esta evaluación, los testículos se sostenían suavemente con ambas manos, realizando la observación visual y la palpación de manera simultánea. Esta técnica permitió clasificar la forma de los testículos en ovalada, redonda o alargada (Figura 7), y detectar posibles irregularidades o anormalidades. Los resultados se anotaron en la Tabla 5.

Figura 7.

Comparación de las diferentes formas testiculares en ovinos diseccionados



Nota. Se observan las formas testiculares (A) ovalada; (B) redonda; (C) alargada. Fuente: Abba et al., 2014*;* Gemeda, 2017.

3.3.3 Largo escrotal

El largo escrotal se determinó mediante el mismo método empleado en toros, en el cual se observa la distancia del fondo del saco escrotal con respecto a la articulación del metatarso (corvejón) del animal en vista lateral (Víquez, 2013) (Figura 8). Los resultados se anotaron en la Tabla 5.

Figura 8..

Medición normal del largo escrotal (línea roja como referencia de largo máximo)

Fuente: Propia.

3.3.4 Circunferencia escrotal

Este método se realizó sujetando con una mano el cuello del escroto para acomodar los testículos ventralmente. Seguidamente, utilizando la otra mano se colocaba la cinta métrica alrededor de ambos testículos, y se acomoda específicamente en la parte más ancha, se procedía a tensar y se obtenía la medida en centímetros (cm) (Figura 9) (Mostafa y Farghal, 2019), la cual era anotada en la Tabla 5.

Figura 9.

Medición de circunferencia escrotal

Fuente: Tibary et al., 2018.

3.3.5 Volumen testicular

Se llevó a cabo la medición del largo (L) y ancho (A) de cada uno de los testículos del carnero por medio de un caliper (Figura 10), iniciado siempre con el órgano izquierdo para llevar un orden. Los resultados se colocaron en la Tabla 5. Posteriormente, se calculó el volumen testicular (VT) (cm^3) usando la siguiente fórmula (Carrascal, 2022):

$$a = [(4/3)\pi][(b-k)/2(c-k)/2]2$$

Donde a = volumen testicular, b = largo, c = ancho y k = grosor.

Figura 10.

Medición del largo del testículo izquierdo con el caliper

Fuente: Propia.

3.4 Examen ultrasonográfico

Le evaluación ecográfica se empleó por medio del equipo Chison modelo ECO1 mediante la sonda lineal y una frecuencia de 5.00 a 10.00 MHz. Previamente, se rasuraron ambos testículos y se aplicó alcohol y abundante gel de ultrasonido para obtener una mejor visualización de las estructuras. La examinación en cada testículo se realizó de forma sistemática para llevar un orden de los hallazgos y mediciones a determinar. Primero, se examinaba el testículo izquierdo en un plano longitudinal ubicando sobre la superficie posterior (SP) del plexo pampiniforme. Seguidamente, se procedía a deslizar hacia abajo el transductor para evaluar el primer tercio del órgano, luego el tercio medio y, por último, el tercio distal. El procedimiento se repitió en cada una de las caras de los testículos; superficie lateral (SL), medial (SM) y anterior (SA), respectivamente.

En el segmento medial se detenía la imagen del ultrasonido en cada una de las superficies para medir el diámetro (cm) del mediastino, la pared y de la cápsula testicular. Asimismo, durante la evaluación del epidídimo se medió el diámetro (cm) de cada una de sus partes (cabeza, cuerpo, cola). La cola del epidídimo se examinó en el plano longitudinal posterior, la cabeza en longitudinal lateral y el cuerpo en la sección medial. Al finalizar, se llevó a cabo el mismo procedimiento en la gónada derecha, y todos estos datos fueron anotados en la Tabla 6.

Tabla 5.

Determinación de medidas testiculares

					Testículo izquierdo		Testículo derecho	
Id	**Largo escrotal**	**CE**	**Forma testicular**	**Consistencia testicular**	**Largo**	**Ancho**	**Largo**	**Ancho**

Fuente: Propia

Tabla 6.

Determinación de la apariencia ecográfica y medidas en las diferentes vistas

Id.	**Fecha**				**Lugar**			
	Testículo izquierdo				**Testículo derecho**			
	SP	**SL**	**SM**	**SA**	**SP**	**SL**	**SM**	**SA**
Cuello								
Mediastino								
Pared								
Cápsula								
Parénquima								
Cabeza del epidídimo								
Cuerpo del epidídimo								
Cola del epidídimo								

Fuente: Propia.

3.5 Análisis estadístico

Se realizó una descripción de la apariencia ecográfica del contenido escrotal. Asimismo, se efectuó un análisis estadístico por medio de un modelo de regresión lineal con el fin de establecer la posible relación de dependencia que pueda darse entre las variables (Peláez, 2016). Se utilizaron las medidas testiculares como variable dependiente, en las cuales se incluye las mediciones (cm) de cápsula, pared y mediastino, además del diámetro (cm) de la cabeza, cuerpo y cola del epidídimo. Las variables independientes que se utilizaron corresponden a las siguientes:

a) Edad: clasificada en tres grupos de 6 a 12 meses, 13 a 48 meses y 49 a 96 meses.
b) Raza: las presentes en la investigación fueron Katahdin, Dorper, Black-belly, Pelibuey y Hampshire.
c) Condición corporal: agrupada en 3 categorías 1-2.50, 2.75-3.50 y 3.75-5.
d) Peso, la cual no fue categorizada.
e) Consistencia testicular: clasificada en suave, normal y dura.
f) Forma testicular: agrupada en forma ovoide, redonda y alargada.
g) Largo escrotal: dividida en normal, corto y largo.
h) Circunferencia escrotal: clasificado en dos grupos ≤ 33 y > 33.
i) Volumen testicular: categorizada en tres grupos en bajo < 130, normal 130-220 y alto >220.

El análisis estadístico se llevó a cabo por medio del programa estadístico Jamovi® (The jamovi Project, 2021).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron aproximadamente 62.86 (n=22) ovinos de le Región Central y 37.14% (n=13) de la Región Chorotega.

A los individuos muestreados se les realizó una examinación física para determinar el estado general de salud, esto con el fin de poder ser incluidos en la investigación. El total de parámetros medidos fue de ocho criterios que corresponden a la presencia de secreción en la nariz, FAMACHA©, presencia de edema submandibular, tamaño de linfonodos submandibulares, condición corporal, estado de la piel y el pelo, DAG score y hemograma. Del total de los ovinos evaluados el 11.43% (n=4) no mostraron ninguna afectación. Algunos solo presentaron una o dos variables alteradas representados por el 48.57% (n=17) y el 22.86% (n=8) de la población, respectivamente. Mientras el restante 17.14% (n=6) resultaron con solo tres criterios alterados, considerándose a pesar de esto una población sana debido a que las alteraciones encontradas en los individuos fueron en su mayoría leves y no comprometían de manera significativa la salud del animal.

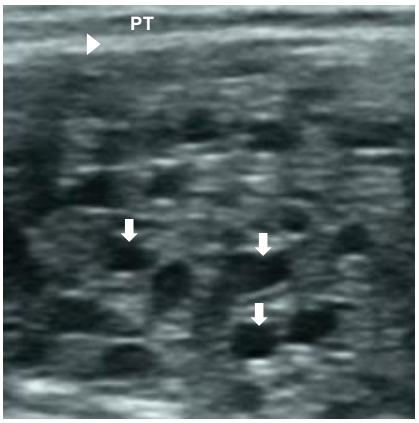
4.1 Descripción de la apariencia ecográfica

Se determinó que el 40.00% (n=14) de los individuos en estudio mostraron características de una apariencia ultrasonográfica normal. Al evaluar la región del cuello testicular en estos animales se observó un plexo pampiniforme conformado por numerosas estructuras tubulares tortuosas con un lumen anecoico, lo cual corresponde a los vasos sanguíneos espermáticos (Figura 11); esto concuerda con lo descrito por Andrade et al. (2018), Goulestou (2017) y

Elbaz y Razek (2019) en sus investigaciones los cuales mencionan que el plexo pampiniforme se visualiza en forma de copula con diversas áreas anecoicas redondas en el interior.

Figura 11.

Apariencia ultrasonográfica normal en la región del cuello



Nota. Se observa el aspecto tubular tortuoso normal del plexo pampiniforme con un lumen anecoico que corresponde a los vasos sanguíneos (flechas), la cápsula (punta de la flecha) y pared testicular (PT). Fuente: Propia

La pared se detectó con una mayor ecogenicidad en comparación con el parénquima testicular, siendo delimitado ventralmente por una línea hiperecoica correspondiente a la cápsula testicular (Figura 12). Elbaz y Razek (2019) obtienen resultados similares y detallan la pared como una banda hipoecogénica que es separada del testículo por la cápsula, una línea de mayor ecogenicidad.

Figura 12.

Apariencia ultrasonográfica normal de la región del parénquima

Nota. Se observa el aspecto típico del parénquima testicular (P), junto con las estructuras de pared (PT), cápsula (flecha) y mediastino testicular (MT). Fuente: Propia.

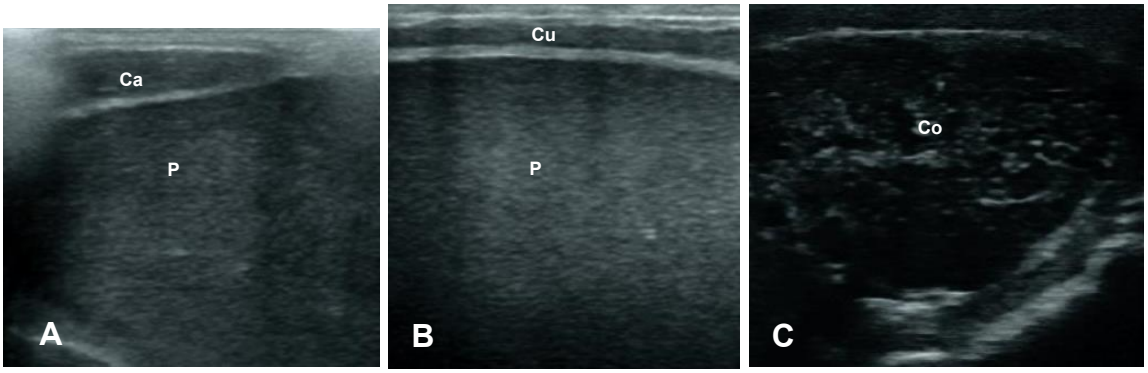
El parénquima es levemente hipoecoico y homogéneo en estos animales (Figura 12), tal y como se ha descrito en estudios anteriores (Andrade et al., 2018; Goulestou, 2017; Saaed y Zaid, 2018; Kahwage et al., 2018). Ribeiro y colaboradores en el 2017 describen las mismas características ecográficas del parénquima haciendo énfasis en que estas son independientes de la edad del individuo en estudio. El mediastino se ubica en el centro longitudinal como una línea homogénea hiperecoica (Figura 12), siendo detectable en todos los ovinos examinados y en todas las vistas, a diferencia de Gouletsou et al. (2003), donde obtuvieron una visualización en solo el 87.00% de los animales evaluados. Esto se puede deber a que en dicho estudio se utilizó una frecuencia de 6.00 MHz en animales menores de 25 meses, lo cual dificultó más la detección del mediastino,

ya que al tener órganos reproductivos más pequeños requieren de una mayor frecuencia.

Las características normales en el epidídimo se observaron como una cabeza hipoecoica y homogénea delimitada por un margen hiperecoico (Figura 13, A). El cuerpo del epidídimo se evidenció como una estructura alargada y tubular con un centro hipoecoico y un margen hiperecoico (Figura 13, B). Por último, la cola presentó una forma de cúpula, y se observó levemente hipoecoica y heterogénea en comparación con el parénquima (Figura 13, C). Gouletsou (2017) y Elbaz y Razek (2019) determinaron características similares para las estructuras epididimarias en sus estudios. Los que indica que los rasgos descritos para estos animales no presentan alteraciones en la estructura del epidídimo, por lo que se considera que tienen una conformación normal.

Figura 13.

Apariencia ultrasonográfica normal de las estructuras del epidídimo

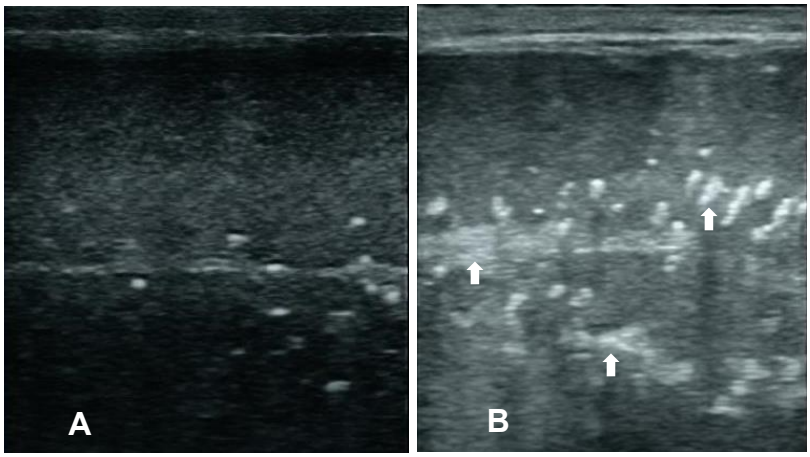


Nota. Se observa la cabeza (Ca) en forma elongada determinada por una línea hiperecoica y un centro hipoecoico. El cuerpo (Cu) se presenta hipoecoico delimitado por márgenes hiperecoicos mostrando una forma alargada y tubular. En la cola (Co) se denota la forma de cúpula, levemente hipoecoica y heterogénea. Fuente: Propia.

El 60.00% (n=21) restante de ovinos examinados presentaron algún tipo de variación en el aspecto de los testículos en cuanto a las características descritas anteriormente. La mayoría de estas alteraciones correspondieron a focos de mineralización en el parénquima testicular (Figura 14, A) o zonas extensas hiperecoicas (Figura 14, B), ambas sugestivas a áreas de fibrosis por degeneración testicular (Boukhliq et al., 2018). Generalmente los testículos que presentan estas características no deseadas se les determina con una apariencia ecográfica anormal. Sin embargo, este término está mal empleado debido a que naturalmente los machos a través de los años desarrollan cambios relacionados al envejecimiento o traumáticos que llevan a la fibrosis del parénquima y por ende a la visualización de puntos hiperecoicos. Además, en la mayoría de los casos estos cambios no afectan la capacidad reproductiva, al no verse asociados a problemas de fertilidad (Víquez, 2013; Saker et al., 2021) ni alteración morfológica de las otras estructuras.

Figura 14.

Hallazgos ultrasonográficos irregulares en parénquima testicular



Nota. En la figura (A) se observa la presencia de focos de mineralización en el parénquima testicular. Mientras que en la imagen (B) se detectan masas de fibrosis (flechas) en el parénquima testicular produciendo sombra acústica.

Fuente: Propia.

4.2 Estadística descriptiva de la población

4.2.1 Variables físicas

La raza Dorper fue la más representada, constituyendo el 60.00% (n=21) de la muestra, seguida por Katahdin con un 20.00% (n=7), Pelibuey y Black-belly con un 5.70% (n=2) cada una, y Hampshire con un 8.60% (n=3).

Se obtuvieron desviaciones estándar elevadas en edad y peso, siendo de 27.50 meses y 21.40 kg, respectivamente (Tabla 7). Esto se le atribuye a la inclusión de un amplio rango de edad y pesos en la muestra, lo cual puede explicar la extensa dispersión observada en ambas variables.

Tabla 7.

Descriptivas de las variables independientes físicas de los individuos en estudio

	Edad (meses)	Peso (kg)	CC
Media	36.70	67.40	3.25
Desviación estándar	27.50	21.40	0.65
Mínimo	6.00	30.80	2.00
Máximo	96.00	125.00	4.50

CC = Condición corporal.

La media de la medición de condición corporal fue de 3.25±0.65. La mayoría de los individuos se encontraban dentro del rango normal de CC, lo que indica un estado óptimo de salud al no estar bajo peso, ni obesos. Esto en conjunto con otras variables sugiere que los animales evaluados se encontraron dentro de los parámetros adecuados para asumir un estado de salud y nutrición óptimo.

4.2.2 Variables testiculares

La mayoría de los ovinos examinados presentaron una consistencia testicular normal, 85.70% (n=30). Mientras que solo un pequeño porcentaje, 14.30% (n=5), mostraron una disminución en la consistencia, presentando una textura más suave. Es importante resaltar que ninguno de los individuos examinados mostró una textura dura en los testículos.

El 85.70% (n=30) de los individuos en estudio mostraron una forma testicular ovoide, que es considerada la conformación anatómica ideal para los machos, por lo que sugiere un desarrollo y salud reproductiva normal. Por otro lado, un pequeño porcentaje de ovino presentaron formas testiculares redondeadas (8.60%; n=3) o alargadas (5.70%; n=2).

Los resultados de la evaluación clínica indicaron que el 68.60% (n=24) de la población examinada presentaron un largo escrotal normal, mientras que el 31.40% (n=11) posee un escroto largo. Esto sugiere que la longitud del escroto en la mayoría de los individuos fue adecuada para su edad y estado reproductivo. Cabe resaltar que ninguno de los ovino en estudio mostró un escroto más corto de lo ideal.

En la circunferencia escrotal se observó una desviación estándar de 3.28 cm (Tabla 8), lo cual sugiere que la dispersión de los datos es relativamente baja, debido a que la mayoría de los individuos están cerca de la media. Esto demuestra una tendencia uniforme en la variable en los animales evaluados.

Tabla 8.

Medidas de las variables testiculares de los individuos en estudio

	CE (cm)	VTI (cm^3)	VTD (cm^3)
Media	31.80	137.00	132.00
Desviación estándar	3.28	55.70	44.90
Mínimo	26.10	52.40	62.60
Máximo	40.00	344.00	263.00

CE = circunferencia escrotal; VTI = volumen testicular izquierdo, VTD = volumen testicular derecho.

En cuanto al volumen, se registró una dispersión relativamente alta en los dos conjuntos de datos, debido a que se obtuvo una desviación estándar de 55.70 cm^3 en el VTI y de 44.90 cm^3 en el VTD. Esto se debe a que en ambas variables los rangos de datos son amplios, lo que indica que hay individuos con volúmenes testiculares significativamente diferentes a la media de la población.

Los hallazgos obtenidos en la medición del largo y ancho mostraron una misma tendencia en las mediciones entre ambos testículos (Tabla 9), lo cual indica que existe una simetría (r=0.90) en el tamaño de los órganos del sistema

reproductivo de los ovinos. Además, se observó una baja dispersión en todas las variables, lo que representa una uniformidad de las mediciones efectuadas.

Tabla 9.

Medidas (cm) del largo y ancho testicular de ambos testículos

	Testículo izquierdo		Testículo derecho	
	Largo	**Ancho**	**Largo**	**Ancho**
Media	9.81	6.83	9.83	6.63
Desviación estándar	2.01	1.56	1.83	1.39
Mínimo	5.20	4.50	6.30	4.20
Máximo	15.00	11.30	13.70	10.00

4.2.3 Mediciones de las estructuras del saco escrotal

Se obtuvo en todas las variables del epidídimo una desviación estándar baja (Tabla 10), lo que sugiere una notable uniformidad en las mediciones realizadas. Los resultados muestran una tendencia similar en las medidas de cabeza, cuerpo y cola entre el epidídimo izquierdo y derecho. Lo que podría indicar una simetría en las estructuras del sistema reproductivo en ambos testículos del animal.

Tabla 10.

Medidas del diámetro (cm) de las estructuras del epidídimo de ambos testículos

	Epidídimo del testículo izquierdo			Epidídimo del testículo derecho		
	Cabeza	**Cuerpo**	**Cola**	**Cabeza**	**Cuerpo**	**Cola**
Media	1.54	0.26	2.54	1.57	0.24	2.57
Desviación estándar	0.42	0.09	0.46	0.47	0.08	0.52
Mínimo	0.20	0.10	1.54	0.92	0.13	1.51
Máximo	2.46	0.52	3.44	2.42	0.43	3.91

Las medidas obtenidas del mediastino, pared y cápsula fueron similares en todas las superficies evaluadas, incluyendo la medición de pared y cápsula en la región del cuello (Tabla 11-12). Al comparar ambos testículos se observó gran similitud entre las medidas de las variables, lo cual sugiere una uniformidad en las estructuras testiculares de los dos órganos reproductivos en los ovinos estudiados. En cada una de las mediciones del testículo izquierdo y derecho la desviación estándar reveló una baja variabilidad en los datos.

Tabla 11.

Medidas (cm) descriptivas de las estructuras internas del testículo izquierdo obtenidas mediante ultrasonografía

	PCT	CCT	MSP	PSP	CSP	MSL	PSL	CSL	MSM	PSM	CSM	MSA	PSA	CSA
Media	0.18	0.14	0.27	0.21	0.14	0.23	0.21	0.14	0.23	0.28	0.16	0.26	0.22	0.13
Desviación estándar	0.09	0.14	0.10	0.09	0.05	0.11	0.07	0.06	0.08	0.10	0.07	0.09	0.07	0.05
Mínimo	0.05	0.07	0.12	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.10	0.09	0.08	0.12	0.07	0.07
Máximo	0.50	0.90	0.48	0.41	0.29	0.64	0.35	0.32	0.44	0.55	0.42	0.58	0.34	0.32

PCT = pared del cuello testicular; CCT = cápsula del cuello testicular; MSP = mediastino superficie posterior; PSP = pared superficie posterior; CSP = cápsula superficie posterior; MSL = mediastino superficie lateral; PSL = pared superficie lateral; CSL = cápsula superficie lateral; MSM = mediastino superficie medial; PSM = pared superficie medial; CSM = cápsula superficie medial; MSA = mediastino superficie anterior; PSA = pared superficie anterior; CSA = cápsula superficie anterior.

Tabla 12.

Medidas (cm) descriptivas de las estructuras internas del testículo derecho obtenidas mediante ultrasonografía

	PCT	CCT	MSP	PSP	CSP	MSL	PSL	CSL	MSM	PSM	CSM	MSA	PSA	CSA
Media	0.20	0.12	0.29	0.21	0.14	0.23	0.23	0.14	0.23	0.28	0.16	0.24	0.20	0.14
Desviación estándar	0.09	0.04	0.15	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07	0.11	0.06	0.11	0.05	0.04
Mínimo	0.08	0.07	0.12	0.07	0.08	0.10	0.06	0.08	0.12	0.06	0.07	0.12	0.07	0.09
Máximo	0.51	0.27	0.85	0.36	0.33	0.42	0.37	0.39	0.41	0.69	0.39	0.70	0.29	0.29

PCT = pared del cuello testicular; CCT = cápsula del cuello testicular; MSP = mediastino superficie posterior; PSP = pared superficie posterior; CSP = cápsula superficie posterior; MSL = mediastino superficie lateral; PSL = pared superficie lateral; CSL = cápsula superficie lateral; MSM = mediastino superficie medial; PSM = pared superficie medial; CSM = cápsula superficie medial; MSA = mediastino superficie anterior; PSA = pared superficie anterior; CSA = cápsula superficie anterior.

Se encontraron diferencias estadísticas entre las medidas de la superficie medial con todos los demás planos testiculares ($p<0.05$), la cual posee un mediastino de menor tamaño, mientras que la pared y cápsula testicular son de mayor tamaño. Sin embargo, estas diferencias son esperables debido a que la piel en la zona media es más gruesa, por lo que la apariencia ecográfica también es de mayor tamaño. Además, se ha documentado que el mediastino, por la forma que tiene, siempre se percibe más grueso en el plano anterior y posterior. Dado a estos resultados, se recomienda por ubicación y facilidad de manejo realizar las evaluaciones ultrasonográficas en la superficie posterior del testículo. La selección del plano adecuado para la evaluación puede influir en la calidad de los resultados y la detección de posibles afectaciones.

Sin embargo, ya que las diferencias fueron mínimas se optó por agrupar las mediciones de mediastino, pared y cápsula de todos los planos testiculares evaluados y calcular un promedio para cada testículo, con el objetivo de obtener una medida general, como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13.

Medidas (cm) descriptivas de las estructuras internas del testículo izquierdo y derecho obtenidas mediante ultrasonografía

	Testículo izquierdo			**Testículo derecho**		
	Mediastino	**Pared**	**Cápsula**	**Mediastino**	**Pared**	**Cápsula**
Media	0.25	0.23	0.14	0.25	0.23	0.15
Desviación estándar	0.10	0.09	0.06	0.11	0.08	0.05

Como se observa en la tabla 13, las dimensiones del mediastino, pared y cápsula promedio en ambos testículos fueron prácticamente iguales. Además, se presentó una desviación estándar baja en las tres variables tanto en el testículo

izquierdo como en el derecho. Esto sugiere una mínima variabilidad en las mediciones, lo cual indica que los individuos estudiados mostraron uniformidad en las características anatómicas de ambas gónadas, sirviendo esto como parámetro de referencia para la evaluación ecográfica del contenido escrotal como parte del examen andrológico completo.

4.4 Análisis de asociación estadística

4.4.1 Características físicas

4.4.1.2 Edad

Los individuos examinados se dividieron en tres grupos según su edad. En el grupo 1 se clasificaron los animales que se encontraban entre los 6 a 12 meses que representaron un 25.70% (n=9), el grupo 2 aquellos dentro del rango de 12 a 48 meses con 45.70% (n=16) y el grupo 3 los individuos de 49 a 96 meses con el 28.60% (n=10) restante.

Se obtuvo una mayor prevalencia de características ultrasonográficas no deseadas en los individuos del grupo 2 (57.14%) en comparación con los otros grupos, debido a que se encontró la existencia de una relación significativa entre la apariencia ecográfica y la edad de los individuos ($p<0.05$). Víquez (2013) presenta resultados similares en su investigación realizada en toros y Andrade et al. (2012) en ovinos, por lo que se sugiere que al envejecer los machos tienen mayor probabilidad de manifestar alteraciones en el parénquima testicular, dado a los cambios degenerativos seniles que con llevan gradualmente a una fibrosis y formación de focos de mineralización.

La edad presentó únicamente una relación estadísticamente significativa con la medida de mediastino ($p<0.05$), donde la media del diámetro disminuye conforme aumenta la edad del individuo sugestivo a una disminución del tamaño de los túbulos seminíferos por desuso. Sin embargo, Andrade et al. (2018) determina en su estudio que el grosor y la ecogenicidad el mediastino aumentan con la edad del macho. No se encontraron diferencias significativas con las mediciones testiculares de pared y cápsula, ni tampoco con los diámetros de las estructuras del epidídimo ($p>0.05$).

Se observó que los machos de mayor edad presentaban volúmenes testiculares significativamente mayores en comparación con los más jóvenes (Tabla 14), mostrando diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p<0.01$). Estos hallazgos coinciden con investigaciones realizadas por Koyuncu et al. (2005), Andrade et al. (2018) y Saaed y Zaid (2018), quienes también identificaron relaciones significativas entre los volúmenes testiculares y la edad, respaldando la idea de que el proceso de envejecimiento se asocia con un aumento en las dimensiones testiculares debido a que también hay un incremento en el tamaño corporal del animal.

Tabla 14.

Promedios de volumen testicular según la categorización de edad

Variable	Edad categorizada	N	Media (cm)
Volumen	Grupo 1	9	96.90
	Grupo 2	16	136.20
	Grupo 3	10	164.50

4.4.1.2 Raza

Se encontró una asociación estadística significativa entre la raza y las estructuras epididimarias cabeza y cola ($p<0.01$ y $p<0.05$, respectivamente). Esto puede atribuirse a la posible existencia de variaciones anatómicas en cuanto el diámetro de las estructuras epididimarias en función de la raza. Aller et al. (2012), mostraron en su estudio la existencia de diferencias entre la CE de los animales según la raza. Sin embargo, no hay literatura que compruebe que la raza influye directamente sobre el tamaño de las estructuras testiculares. A pesar de esto, los resultados resaltan la importancia de considerar la raza como un factor relevante al realizar evaluaciones ecográficas del epidídimo en ovinos, ya que esto puede influir en los hallazgos y la interpretación de los datos. Por el contrario, el cuerpo del epidídimo no presenta variabilidad en los individuos de diferentes razas ($p>0.05$).

4.4.1.3 Peso

Los resultados obtenidos indicaron que no existe una diferencia significativa entre el peso y el mediastino, pared, cápsula y el diámetro de las estructuras epididimarias ($p>0.05$), lo que siguiere que el peso de los individuos examinados no parece tener una influencia directa en estas medidas testiculares obtenidas por ecografía. Investigaciones anteriores realizados por Koyuncu et al. (2005) y Ribeiro et al. (2018), reportaron correlaciones positivas entre el peso de los animales y las variables testiculares de CE y el volumen testicular, sin embargo, no hay reportes previos que documenten la relación con respecto a las estructuras internas del testículo, por lo cual a raíz de estos resultados se podría asumir que el peso no influye sobre el desarrollo y morfología de ellas.

4.4.1.4 Condición corporal

Se halló una correlación positiva entre la condición corporal y la media del grosor del cuerpo del epidídimo en los individuos examinados ($p<0.05$). Esto indica que a medida que la CC incrementa también tiende a aumentar el grosor promedio del cuerpo del epidídimo. La CC se considera un indicador importante de la nutrición y estado general de salud de los animales, ambos factores pueden influir en la producción y almacenamiento espermático (Tibary et al. 2018), por lo que también puede tener un efecto sobre la dimensión del cuerpo del epidídimo que juega un papel importante en estas funciones reproductivas.

4.4.2 Características testiculares

4.4.2.1 Consistencia testicular

Los individuos que mostraron una CT suave presentaron un mayor promedio del grosor de la pared, en comparación con aquellos de CT normal, esto debido a la relación estadísticamente significativa que existe entre ambas variables ($p<0.05$). Estos hallazgos resaltan la importancia de evaluar la CT en ovinos, ya que puede ser indicativa de posibles alteraciones como degeneración o atrofia testicular que pueden afectar el tamaño de las estructuras testiculares como la pared (Tibary et al. 2018).

4.4.2.2 Forma testicular

Existe una relación estadísticamente significativa entre el promedio del diámetro de la cabeza y cuerpo del epidídimo con la forma testicular de los machos ($p<0.05$). Los testículos con una forma ovoide y alargada presentaron mayores dimensiones en las estructuras epididimarias cabeza y cola, mientras

que los animales con forma redondeada mostraron diámetros más pequeños en estas estructuras (Tabla 15).

Tabla 15.

Promedios de las medidas de cabeza y cola del epidídimo según la categorización de la forma testicular

Variable	Forma testicular	N	Media (cm)
Cabeza epidídimo	Ovoide	30	1.57
	Redonda	3	1.46
	Alargada	2	1.56
Cola epidídimo	Ovoide	30	2.58
	Redonda	3	2.30
	Alargada	2	2.44

Se encontraron diferencias significativas en las formas testiculares con respecto a la raza de los animales en estudio ($p<0.01$). Estos hallazgos sugieren que la forma testicular puede estar posiblemente influenciada por factores genéticos y raciales. Sin embargo, debido a la poca variedad de datos en ambas medidas puede que las relaciones estadísticas generadas no son representativas de la población.

4.4.2.3 Largo escrotal

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el largo escrotal y las variables testiculares ($p>0.05$). Tampoco se halló una asociación positiva entre la longitud del saco escrotal y los hallazgos ultrasonográficos ($p>0.05$), lo cual sugiere que el largo no está directamente relacionado con la presencia de alteraciones en el parénquima testicular o en las estructuras del epidídimo en los ovinos. Sin embargo, Noaman et al. (2022), describieron la presencia de múltiples patologías en animales con sacos escrotales largos, lo

cual es contrario a lo obtenido, debido a que la mayoría de los individuos estudiados se encontraban estabulados con menor riesgo de golpearse el contenido escrotal al caminar.

4.4.2.4 Circunferencia escrotal

La circunferencia escrotal encontrada en la mayoría de los individuos fue de ≤ 33 cm, siendo específicamente un 71.40% (n=25) de la muestra. Sin embargo, la mayoría de los animales estaban en etapa adulta, en la cual lo ideal es que los machos presenten una CE > 33 cm. Esto puede atribuirse al hecho de que en Costa Rica la CE de los individuos tiende a ser menor, debido al efecto de la raza sobre esta característica en conjunto con el desconocimiento del grado de pureza de los animales y la línea genética que existe en el país. Además de que se está utilizando un parámetro estándar de la especie ovina. A pesar de esto, se encontró una asociación significativa entre la CE y la edad ($p<0.01$). Asimismo, Andrade et al. (2018) y Mostafa y Farghal (2019) describieron que la CE media tiende a ser mayor en los carneros de edades superiores.

Los individuos que presentaron mayor volumen testicular concuerdan con aquellos con una medida de circunferencia escrotal mayor ($p<0.01$). Resultados similares fueron encontrados por Ribeiro et al. (2017), describiéndola como una correlación significativa de alta magnitud entre ambas mediciones. Estos hallazgos sugieren que la medición de ambas variables puede ser utilizada en la evaluación de un macho para potenciar la predicción de las mejores características en la selección de futuros reproductores.

4.4.2.5 Volumen

Los ovinos se agruparon según el volumen testicular (VT) en tres categorías: bajo (<130 cm^3), normal (130-220 cm^3) y alto (>220 cm^3) (Carrascal, 2022). Los resultados mostraron que el 48.60% (n=17) de los animales tenían un VT bajo, 45.70% (n=16) un VT normal y solo el 5.70% (n=2) tenía un VT alto, esto puede deberse a que los individuos en el país presentan un menor tamaño testicular comparado a lo esperado según la edad, principalmente por un efecto de la raza, tomando en cuenta la incertidumbre sobre el grado de pureza y diversidad genética presente en Costa Rica, como ocurre en la CE.

Se obtuvieron correlaciones positivas entre el volumen testicular y los promedios de los diámetros de mediastino ($p<0.01$), pared ($p<0.05$) y cabeza del epidídimo ($p<0.01$). Se observó que la mayoría de los ovinos que presentaron promedios superiores en el VT también mostraron valores más altos en el diámetro de mediastino, pared y cabeza del epidídimo, como se muestra en la tabla 16. Lo cual sugiere que a medida que el VT aumenta, también lo hacen los diámetros de estas estructuras testiculares. Estos resultados son significativos para el manejo reproductivo y la selección de los machos reproductores, ya que el VT parece ser un importante indicador de la capacidad reproductiva de los ovinos.

Tabla 16.

Promedios de las medidas de mediastino, pared y cabeza del epidídimo según la categorización del volumen testicular

Variable	Volumen categorizado	N	Media (cm)
Mediastino	Bajo	17	0.24
	Normal	16	0.25
	Alto	2	0.36
Pared	Bajo	17	0.21
	Normal	16	0.25
	Alto	2	0.27
Cabeza epidídimo	Bajo	17	1.43
	Normal	16	1.63
	Alto	2	2.07

Los resultados obtenidos demuestran la existencia de una correlación entre las variables testiculares obtenidas por medio de la ecografía y las variables físicas, aceptando de esta forma la hipótesis alternativa planteada.

V. CONCLUSIONES

Los hallazgos obtenidos permitieron determinar las mediciones y apariencia ecográfica de los testículos mediante la evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal en ovinos sanos. Se encontraron leves diferencias estadísticas ($p<0.05$) entre las medidas de la superficie medial con el resto de los planos testiculares, lo cual era esperable porque el grosor de la piel es mayor en esta zona. A pesar de que la variabilidad no fue tan amplia entre los planos, se sugiere realizar las evaluaciones ecográficas en la superficie posterior del testículo por ubicación, facilidad de manejo y claridad en la impresión de las estructuras a evaluar.

Se logró establecer una relación significativa entre los hallazgos ecográficos del contenido escrotal y las características físicas de los individuos, como la edad, raza y condición corporal ($p<0.05$), lo cual sugiere que estos factores no reproductivos pueden estar asociados con los resultados ecográficos y deben ser considerados como factores importantes durante la examinación ultrasonográfica de los órganos reproductivos en ovinos. Sin embargo, el peso no mostró ningún efecto significativo ($p>0.05$).

Los resultados determinaron la existencia de una relación positiva entre los hallazgos ecográficos del contenido escrotal y las características específicas de los testículos, incluyendo la consistencia, forma y volumen testicular ($p<0.05$). Por el contrario, el largo y la circunferencia escrotal no mostraron relación con los hallazgos ultrasonográficos ($p>0.05$). Sin embargo, la CE presentó una relación

significativa con el volumen testicular y la edad ($p<0.05$), con lo que se puede afirmar que a mayor edad un ovino debería tener valores más altos de CE y VT.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios que sigan a los animales a lo largo del tiempo para analizar los cambios en los hallazgos ultrasonográficos de las características testiculares a medida que los ovinos envejecen y así determinar adecuadamente los parámetros normales de la especie según la edad. Esto puede complementarse con una evaluación andrológica completa con el fin de relacionar la calidad espermática con dichos cambios seniles y determinar de forma clara el impacto de los cambios estructurales sobre la viabilidad espermática.

Durante la evaluación ecográfica en los animales jóvenes no se logró detallar la ecogenicidad de las estructuras y las diferencias entre las mismas, independientemente de la frecuencia y profundidad utilizada. Por lo que se recomienda que en los individuos jóvenes con gónadas pequeñas se utilice una profundidad mínima de 2.00 cm con frecuencias altas de hasta 12.00 MHz.

Se sugiere llevar a cabo el estudio con una población más homogénea, centrándose en una única raza y un rango de edad específico. Esto con el objetivo de mitigar los posibles efectos que puedan provocar estas características sobre los resultados.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abba, Y., Simon, S., Idris Gambo, H., Onyebuchi Igbokwe, I., y Iliyasu, Y. (2014). Pathological conditions associated with the male reproductive tract of the sahel bucks. *Veterinary medicine international*, *2014*.

Alvarado, R. (2003). Regiones y Cantones de Costa Rica. Dirección de gestión municipal sección de investigación y desarrollo. https://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/proye/regiones-cantones.pdf

Almadaly, E. A., Ashour, M. A., El-Kon, I. I., y Heleil, B. A. (2019). Traditional and non-traditional methods used for discrimination among Ossimi rams with different field fertility. *Small Ruminant Research, 179*, 30-38.

Andrade, A. K. G., Soares, A. T., Cartaxo, F. Q., Peña-Alfaro, C. E., y Guerra, M. M. P. (2012). Achados ultrassonográficos nos testículos e epidídimos de carneiros deslanados jovens e clinicamente sadios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *64*, 371-379. https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200017

Andrade, A. K. G., Soares, A. T., Freitas, F. F., Silva, S. V., Peña-Alfaro, C. E., Batista, A. M., y Guerra, M. M. P. (2018). Testicular and epididymal ultrasonography in Santa Inês lambs raised in Brazil. *Animal Reproduction, 11*(2), 110-118.

Bath, G. F. (2011). Non-pharmaceutical control of endoparasitic infections in sheep. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *27*(1), 157-162. doi:10.1016/j.cvfa.2010.10.002

Bath, G. F., y Van Wyk, J. A. (2009). The Five Point Check© for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. *Small Ruminant Research*, *86*(1-3), 6-13. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.09.009

Bretzlaff, K. N., y Romano, J. E. (2001). Advanced reproductive techniques in goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *17*(2), 421-434. doi:10.1016/S0749-0720(15)30036-0

Boukhliq, R., El Allali, K., y Tibary, A. (2018). Gross anatomy and ultrasonographic examination of the reproductive organs in rams and bucks. *Revue Marcano des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, *2*, 226-240.

Carrascal, E. L., Romero, D. C. M., Perez, N. H., y Alvarez, J. J. C. (2022). Características seminales de ovinos bajo condiciones ambientales del Caribe Colombiano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 33*(4). https://doi.org/10.15381/rivep.v33i4.21611

Chacón, J., Navarro, L., Vargas, B., y Víquez, C. (2012a). Ultrasonography of the scrotal contents for breeding zebu bulls extensively reared in Costa Rica. *Reproduction in Domestic Animals*, *47*, 519-519.

Chacón, J., Navarro, L., Vargas, B., y Víquez, C. (2012b). Echographic assessment of scrotal contents in extensively reared bulls. *Reproduction in Domestic Animals*, *47*, 520-520

Cordero, R. O. (2012). *Módulo resumido Ovejas*. UNED. https://repositorio.uned.ac.cr/bitstream/handle/120809/528/Modulo%20ovejas%20resumido.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Crilly, J. P., Politis, A. P., y Hamer, K. (2017). Use of ultrasonographic examination in sheep veterinary practice. *Small Ruminant Research*, *152*, 166-173. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.021

de Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., y Vallejo, A. (2006). WinEpi: Working in epidemiology. *An online epidemiological tool. ISVEE 11: Proceedings of the 11th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics*, Cairns (Australia), August 6-11, 2006. Theme 4 - Tools & training for epidemiologists: Poster session session, 2006; 800

Elbaz, H. T., y Razek, E. M. A. (2019). Ultrasonographic monitoring of reproductive organs of barki rams during early non-breeding season. *Journal of Advanced Veterinary Research*, *9*(2), 56-63.

Etim, N. N., Hagan, J. K., y Mancilla-Montelongo, G. (2021). Testicular characteristics of West African dwarf (WAD) rams administered aqueous aspilia africana extract. *Makerere University Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, *10*(1), 82-95.

Gemeda, A. E. (2017). Gross testicular abnormalities in indigenous breeds of bulls in Eastern Ethiopia. *Journal of Advanced Veterinary & Animal Research*, *4*(3).

Gonzalez, A., Pallares, P., y Vazquez, M. I. (2010). Ultrasonographic imaging in small ruminant reproduction. *Reproduction in Domestic Animals*, *45*, 9-20. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2010.01640.x

Gouletsou, P. G. (2017). Ultrasonographic examination of the scrotal contents in rams. *Small Ruminant Research, 152*, 100-106. http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.022

Gouletsou, P. G., Amiridis, G. S., Cripps, P. J., Lainas, T., Deligiannis, K., Saratsis, P., y Fthenakis, G. C. (2003). Ultrasonographic appearance of clinically healthy testicles and epididymides of rams. *Theriogenology*, *59*(9), 1959-1972. https://doi:10.1016/s0093-691x(02)01259-1

Inbaraj, C., Sivabalan, K., y Soundararajan, C. (2018). Scoring of Sheep in North Eastern Agro Climatic Zone of Tamilnadu. *Indian Vet. J*, *95*(03), 41-43.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario 2014: Actividades pecuarias, prácticas y servicios agropecuarios.* https://inec.cr/estadisticas-fuentes/censos/censo-agropecuario-2014

Kahwage, P. R., Esteves, S. N., Jacinto, M. A. C., Junior, W. B., Machado, R., Romanello, N., ... y Garcia, A. R. (2018). Assessment of body and scrotal thermoregulation and semen quality of hair sheep rams throughout the year in a tropical environment. *Small Ruminant Research*, *160*, 72-80.

Kenyon, P. R., Maloney, S. K., y Blache, D. (2014). Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, *57*(1), 38-64.

Koyuncu, M., Kara Uzun, S., Ozis, S., y Duru, S. (2005). Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age and body weight in growing Kivircik (Western Thrace) ram lambs. *Czech J. Anim. Sci*, *50*(6), 243-248.

Kumari, S., Luthra, R. A., Chandolia, R. K., Pandey, A. K., Swami, D. S., y Kumar, K. (2015). Ultrasonographic study of testicular development in Beetal

bucks. *Journal of Animal Research*, *5*(2), 237. DOI Number: 10.5958/2277-940X.2015.00041.8

Matos, V., Rodríguez Diego, J. G., Alfonso, P., y Olivares, J. L. (2013). Oestrus ovis (Diptera: Oestridae): un importante ectoparásito de los ovinos en Cuba. *Revista de Salud Animal*, *35*(2), 79-88.

Mattoon, J. S., Sellon, R. K., y Berry, C. R. (2020). *Small Animal Diagnostic Ultrasound E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). Programación Región de Desarrollo Chorotega 2020. Área De Influencia De La Región de Desarrollo y AEA. http://www.mag.go.cr/regiones/chorotega/Caracterizacion-REGION-DE-DESARROLLO-CHOROTEGA.pdf

Mora, D., y Chacón, A. (2015). La ovinocultura en Costa Rica: caracterización sectorial año 2014. *Nutrición Animal Tropical*, *9*(2), 124-155.

Mostafa, A., y Farghal, M. (2019). A study on the effect of age, breed and season on sexual behaviour, testosterone concentrations and scrotal circumference in Egyptian rams. *Journal of Veterinary Medical Research*, *26*(1), 91-100.

Murtaza, S., Ahmad, N., Raza, M. A., Akhtar, M. S., Ayaz, M. M., Ali, M., y Ahmed, R. (2019). Ultrasonographic and Gross Pathological Studies on Testes and Epididymites of Rams and Bucks with Potential Lesions. *Pakistan Journal of Zoology*, *51*(5).

Naoman, U. T., Aliraqi, O. M., Hayawy, E. L., y Albaqqal, S. M. (2022). Clinical and ultrasonographic findings in rams with scrotal enlargement. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences, 36*, 47-53. DOI: 10.33899/ijvs.2022.135079.2443

Peláez, I. M. (2016). Modelos de regresión: lineal simple y regresión logística. *Revista Seden*, *14*, 195-214.

Pezzanite, L., Bridges, A., Nearly, M., y Hutchens, T. (2017). Breeding soundness examinations of rams and bucks. *Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette (US).*

Pugh, D. G., y Baird, N. N. (2012). *Sheep & Goat Medicine-E-Book (2° ed.)*. Elsevier Health Sciences.

Raji, L. O., Ajala, O. O., y Ameen, S. A. (2016). Testicular ultrasound as a breeding soundness examination and biometric tool for West African dwarf buck goats. *Slovak Journal of Animal Science*, *49*(1), 8-16.

Ribeiro, M. D. S., Quirino, C. R., Bartholazzi, A., y Pacheco, A. (2017). Biometry and ultrasound evaluation of testicles and accessory glands in Santa Ines rams. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *46*, 317-323.

Ridler, A. L., Smith, S. L., y West, D. M. (2012). Ram and buck management. *Animal reproduction science*, *130*(3-4), 180-183. doi:10.1016/j.anireprosci.2012.01.012

Rege, J. E. O., Toe, F., Mukasa-Mugerwa, E., Tembely, S., Anindo, D., Baker, R. L., y Lahlou-Kassi, A. (2000). Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep: II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. *Small ruminant research*, *37*(3), 173-187. https://doi.org/10.1016/s0921-4488(00)00140-1

Romero, O. (2015). Evaluación de la condición corporal y edad de los ovinos. *Revista herramientas de manejo animal, 79*

Saaed, F. F., y Zaid, N. W. (2018). Predictor ultrasonographic evaluation of the testis during pubertal age in ram lambs. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, *6*(12), 521-525. http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2018/6.12.521.525

Şahin, Ö., Aytekin, İ., Boztepe, S., Keskin, İ., Karabacak, A., Altay, Y., y Bayraktar, M. (2021). Relationships between FAMACHA© scores and parasite incidence in sheep and goats. *Tropical animal health and production*, *53*(2), 1-9.

Sarker, S., Zohara, B. F., Islam, M. F., y Bari, F. Y. (2021). Testicular and epididymal ultrasonography for the assessment of semen quality in the indigenous ram. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*, *36*(4), 212-219. https://doi.org/10.12750/JARB.36.4.212

Sathe, S., y Shipley, C. F. (2014). 10 Applied Andrology in Sheep, Goats and Selected Cervids. *Animal Andrology: Theories and Applications*, 226.

Schoenian, S. (19 de Agosto de 2013). *The Five Point Check*® [Diapositivas de PowerPoint]. SlideShare. https://www.slideshare.net/schoenian/the-five-point-check

Scott, P. R., y Sargison, N. D. (2010). Ultrasonography as an adjunct to clinical examination in sheep. *Small Ruminant Research*, *92*(1-3), 108-119. doi:10.1016/j.smallrumres.2010.04.011

Select statistical services. (2022). Calculators: Comparing Two Means – Sample Size. https://select-statistics.co.uk/our-consultants/

Teixeira, P. P. M., Cardilli, D. J., Padilha, L. C., D'Amato, C. C., da Câmara Barros, F. F. P., Nassar, L., ... y Vicente, W. R. R. (2012). Evaluation of the testicular stroma echogenicity in prepubertal ram. *Ciência Animal*, *22*(3), 25-29.

The jamovi project (2021). *Jamovi* (Version 2.3) [Computer Software]. Recuperado de https://www.jamovi.org

Tibary, A., Boukhliq, R., y El Allali, K. (2018). Ram and buck breeding soundness examination. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, *6*(2), 241-255.

Torres, C. X. (2010). *Manual agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral agroecológica.* Lexus.

Víquez, C. (2013). Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal durante la evaluación andrológica en toros manejados extensivamente en Costa Rica. Tesis de Licenciatura, UNA. Heredia, Costa Rica

Wangchuk, K., Wangdi, J., y Mindu, M. (2018). Comparison and reliability of techniques to estimate live cattle body weight. *Journal of Applied Animal Research*, *46*(1), 349-352. https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1302876

Youngquist, R. S., y Threlfall, W. R. (2006). *Current therapy in large animal theriogenology (2° ed).* Elsevier Health Sciences.

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Alajuela, 3 de octubre 2023.

Señores
Vicerrectoría de Investigación
Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Yo Ana Sofía Araya Durán portador (a) de la cédula de identidad número 207520910. En mi calidad de autor (a) del trabajo de graduación titulado: Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal en ovinos sanos físicamente de la Región Central y Chorotega, Costa Rica.

El cual se presenta bajo la modalidad de:

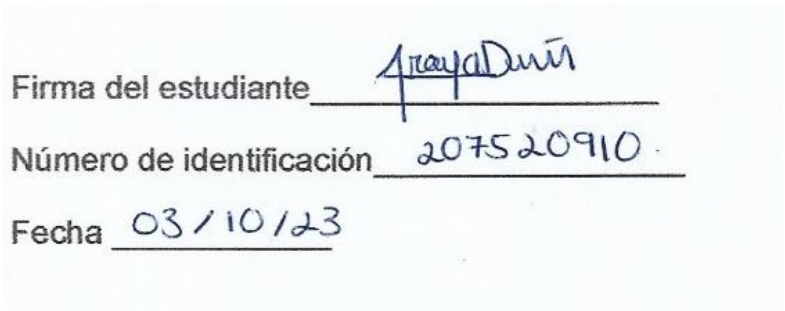
_____ Seminario de Graduación

_____ Proyecto de Graduación

__X__ Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 07 / 09 / 23, autorizo a la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, para que mi trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizo	
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	X
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	X
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	X
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	X
Consulta electrónica con texto protegido	X
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	X
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	X

Por otra parte, declaro que el trabajo que aquí presento es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma personal, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizo que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Asociation (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Insto a la Universidad Técnica Nacional a que respete y haga respetar mis derechos de propiedad intelectual.