

**Universidad Nacional
Facultad Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina Veterinaria**

**Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal
durante la evaluación andrológica en toros manejados
extensivamente en Costa Rica**

Modalidad: Proyecto de Graduación

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado Académico
de Licenciatura en Medicina Veterinaria**

Carolina Víquez Céspedes

Campus Presbítero Benjamín Núñez

2013

APROBACIÓN DEL COMITÉ ASESOR

Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal durante la evaluación andrológica en toros manejados extensivamente en Costa Rica.

MSc. Ma. Antonieta Corrales Araya
Decana Facultad Ciencias de la Salud

Dra. Laura Castro Ramírez
Directora Escuela de Medicina Veterinaria

Dr. Jorge Chacón Calderón
Tutor

Dr. Leonel Navarro Rojas
Lector

Dr. Bernardo Vargas Leitón
Lector

Fecha: _____

DEDICATORIA

Por bendecirme... A Dios.

Por ser mi orgullo... A mi Abuelo Miguel.

Por ser mis pilares... A mis Padres.

Por ser mi alegría... A mis Amigos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme permitido llegar hasta este momento de mi vida y rodearme de grandes personas que me han bendecido. Gracias a mi familia por su apoyo y sacrificio durante todas mis decisiones y proyectos. Sin ellos no hubiera logrado gran parte de lo que soy hoy.

Al Dr. Jorge Chacón, maestro y modelo a seguir. Gracias por sus enseñanzas, paciencia, amistad y confianza. Gracias porque cada paso que dé a partir de ahora será más firme debido a su apoyo.

Al Dr. Bernardo Vargas por toda la colaboración brindada durante la realización de este proyecto.

Al Dr. Leonel Navarro, gracias amigo por todas las enseñanzas durante mi carrera.

A la familia Pérez Molina, mi segunda familia. Gracias por abrirme las puertas de su casa como a un miembro más. Gaby, gracias por la paciencia, amistad y apoyo. Gracias también por brindarme un segundo hogar.

A mis compañeros que más que eso son amigos, gracias por todos los años que compartimos juntos y dejarme muchas enseñanzas de convivencia. Principalmente a Erika, Clau, Migue, Raúl, Vivi, Amanda, Cris, Karla, Nati, Glori, Mafer, Mauren y Helena, gracias por las buenas y malas, por todo lo que disfrutamos, por su apoyo, ocurrencias y amistad.

Gracias a todos los propietarios y empleados de las fincas las cuales formaron parte de este trabajo por la colaboración y disponibilidad.

Gracias a la Escuela de Medicina Veterinaria por todos los años inolvidables que pasé en ella.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
APROBACIÓN DEL COMITÉ ASESOR	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	5
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1 Animales	6
2.2. Evaluación andrológica	6
2.3 Examen Ultrasonográfico	8
2.4 Análisis estadístico	10

3. RESULTADOS	11
3.1 Hallazgos generales	11
3.2 Análisis de asociación estadística	16
3.2.1. <i>Efecto de la Especie</i>	16
3.2.3 <i>Consistencia testicular.....</i>	16
3.2.3. <i>Circunferencia escrotal</i>	17
3.2.4. <i>Efecto del Largo escrotal</i>	17
3.2.5. <i>Clasificación andrológica</i>	18
4. DISCUSIÓN	19
5. CONCLUSIONES	22
6. RECOMENDACIONES	24
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Apariencia ultrasonográfica normal de la región del cuello y saco escrotal	12
Figura 2. Apariencia ultrasonográfica normal del epidídimo	12
Figura 3. Hallazgos ultrasonográficos anormales en cuello escrotal	13
Figura 4. Hallazgos ultrasonográficos anormales en testículo	14
Figura 5. Hallazgos ultrasonográficos anormales en epidídimo	14
Figura 6. Hallazgos ultrasonográficos anormales en cápsula, cavidad vaginal y mediastino ...	15

LISTA DE ABREVIATURAS

AEA: Apariencia ecográfica anormal

AEN: Apariencia ecográfica normal

BSE: Examen andrológico

CE: Circunferencia escrotal

CT: Consistencia testicular

MHz: Mega Hertz

RESUMEN

La apariencia ecográfica del contenido escrotal fue determinada durante el examen andrológico (BSE) en 301 toros reproductores manejados extensivamente en Costa Rica. Los hallazgos ultrasonográficos fueron clasificados como normales o anormales y luego asociados estadísticamente con variables como edad, especie, largo escrotal, circunferencia testicular y clasificación andrológica.

La apariencia ecográfica normal (AEN) (40.5%; n=122/301) se caracterizó por una delgada e hiperecoica cápsula rodeando la gónada, un parénquima homogéneo con moderada ecogenicidad y un mediastino hiperecoico centralmente localizado abarcando 2/3 partes del eje longitudinal de la gónada. La cavidad vaginal no se observó en la mayoría de los toros excepto en 10 animales (3.3%), donde presentó un diámetro < 1mm. El epidídimo mostró una apariencia hipo-ecoica homogénea con relación al parénquima, la cual se acentuó paulatinamente de la cabeza a la cola.

El hallazgo más común en los reproductores con apariencia ecográfica anormal (AEA) (59.5%; n=179/301), fue la presencia de focos hiperecoicos difusos en su parénquima (96.7%; n=173/179), los cuales aparecieron solos (66.5% n=115/173) o en combinación con otras patologías (33.5%; n=58/173), tales como extensas masas hiperecoicas presumiblemente de origen fibrótico y/o mineralización (55.2%; n=32/58), dilatación de vasos superficiales (29.3%; n=17/58), hidrocele (8.6%; n=5/58), dilataciones en mediastino (3.4%; n=2/58), cabeza (1.7%; n=1/58) y cola del epidídimo (1.7%; n=1/58).

Toros *Bos taurus* presentaron una mayor prevalencia de alteraciones ecográficas (85.2%; n=52/61) comparados con *Bos indicus* (55.4%; n=93/168) y cruces (47.2%; n=34/72) ($p<0.01$). La elevada sensibilidad a las condiciones climáticas adversas presentes en el trópico para esta especie, podría explicar este hallazgo. De manera similar, toros con edades > 4 años mostraron una mayor prevalencia de casos con AEA que reproductores de edades menores ($p<0.01$).

Toros con escroto largo presentaron mayores niveles de AEA (96.6%; n=29/30) comparados contra un 68.4% (n=13/19) y 54.7% (n=138/252) de casos diagnosticados en sementales de escroto corto y normal respectivamente ($p<0.05$). El porcentaje de toros con AEA fue mayor ($p<0.05$) en sementales con consistencia testicular aumentada (85.7%; n=36/42) comparados contra toros de consistencia suave (62.2%; n=28/45) y normal (53.7%; n=115/214).

No hubo diferencias significativas en la apariencia ecográfica con respecto a la circunferencia escrotal (CE) y la clasificación andrológica. Lo anterior puede deberse a que la mayoría de los toros (96.7%; n=291/301) presentaron una CE adecuada a su edad y raza. Por otro lado, toros afectados por degeneración testicular aguda pueden mostrar al momento del examen una AEN a pesar de ser clasificados como insatisfactorios al BSE por alteraciones en el espermiograma. Además, la presencia de focos hiperecoicos en el parénquima fue un hallazgo común en toros clasificados como satisfactorios al BSE (58.2%; n=103/177).

ABSTRACT

The echographic appearance of the scrotal contents (US) was assessed in 301 breeding bulls extensively reared in Costa Rica as part of their breeding soundness evaluation (BSE). The findings were ranked as normal or not and then statistically associated to variables such as age, genotype, testicular consistency and circumference, scrotal length and final ranking at BSE.

Bulls with normal US (40.5%; n=122/301) showed a hyper-echoic thin capsule surrounded the whole gonad, and a homogeneous parenchyma with mid echogenicity. The mediastinum testis was hyper-echoic, centrally located and embracing about 2/3 of the gonad's longitudinal axis. The vaginal cavity was not observed in most of the bulls, although in those visible (3.3%; n=10/122), it was $\leq$ 1mm diameter. The epididymis had a homogeneous hypo-echoic appearance in relation to parenchyma. This appearance was accentuated from the caput to cauda region.

Sires with abnormal US (59.5%; n=179/301), showed diffused hyper-echoic foci in the parenchyma as the common finding (96.7%; n=173/179). This was found alone (66.5% n=115/179) or combined with other pathologies (33.5%; n=58/173) such as large hyper-echoic areas presumably of fibrotic and mineral origin (55.2%; n=32/58), engorged superficial vessels (29.3%; n=17/58), hydrocele (8.6%; n=5/58), cyst-like formations in either the mediastinum testis (3.4%; n=2/58), epididymal caput (1.7%; n=1/58) and cauda (1.7%; n=1/58).

Bos taurus sires had a higher prevalence of cases with abnormal US (85.2%; n=52/61) ($p<0.01$), compared to *Bos indicus* (55.4%; n=93/168) and crosses (47.2%; n=34/72). Their

recognized sensitivity to adverse climatic conditions prevailing in tropical areas, could explain this difference. Similarly, bulls older than 4 years of age showed a higher prevalence of cases with abnormal US compared to younger sires ($p<0.01$).

Bulls with a long scrotum (96.6%; $n=29/30$) showed a higher prevalence of cases with abnormal US appearance compared to those with short (68.4%; $n=13/19$) and normal (54.7%; $n=138/252$) length respectively ($p<0.05$). Similarly, the prevalence of cases with an abnormal US appearance was higher ($p<0.05$) in sires with hard and soft testicular consistency (85.7%; $n=36/42$ and 62.2%; $28/45$, respectively) compared with normal testicular consistency (53.7%; $n=115/214$).

No statistical relationship was found between the US appearance and both the scrotal circumference (CE) and final andrological classification of sires. In regard to scrotal circumference, most of the bulls (96.7%; $n=291/301$) accounted for a normal CE according to their breed and age. On the other hand, it is possible that bulls with acute testicular degeneration could have shown a normal US although they were ranked as unsound for breeding due to spermogramme deviations. Likewise, the presence of hyper-echoic foci in the parenchyma was a common finding (58.2%; $n=103$) even in sound for breeding bulls ($n=177$).

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La evaluación del potencial reproductivo de los sementales es de vital importancia en la eficiencia productiva de la explotación ganadera. No obstante, el diagnóstico de la fertilidad de los toros basándose en su tasa de concepción es difícil, sobre todo en sistemas de explotación extensivos típicos de la ganadería de carne en el trópico. Por tal razón, la evaluación andrológica se convierte en un medio importante para detectar aquellos sementales con alteraciones en su fertilidad (Chapwanya et al., 2008; Chacón et al., 2009). Las condiciones extensivas del sistema de explotación, así como la ausencia de facilidades a nivel de campo, obligan a la aplicación de una metodología de evaluación andrológica objetiva y confiable para diagnosticar y emitir un pronóstico reproductivo del semental. Para lograr esto, el examen no solo debe correlacionar aquellas variables clínicas altamente asociadas con la fertilidad potencial del macho, sino que debe emplear otras técnicas y exámenes colaterales que permitan aumentar la objetividad diagnóstica del mismo. A pesar de que el examen ultrasonográfico del aparato reproductor en el toro no forma actualmente parte de la evaluación andrológica de rutina, su utilización puede ser de vital importancia en el diagnóstico y pronóstico reproductivo del semental ya que permite detectar patologías internas difíciles de diagnosticar mediante el examen clínico del contenido escrotal (Chandolia et al., 1997; Bailey et al., 1998).

El uso de la ultrasonografía como herramienta auxiliar en el diagnóstico de la salud reproductiva de los animales domésticos ha crecido de manera acelerada en las últimas décadas (Chandolia et al., 1997). En la década de los 80, se dieron los primeros reportes relacionados con las características ultrasonográficas del testículo en toros, generados tanto en sementales en vivo

como a partir de órganos colectados post mortem (Pechman & Eilts, 1987; Eilts & Pechman, 1988).

Los reportes que correlacionan las características ecográficas del contenido escrotal con diferentes variables del examen andrológico en el toro son escasos. Algunas de las razones que explican este hecho son el costo del equipo, el cual limita el uso generalizado de esta técnica. De igual forma, el examen ecográfico del contenido escrotal requiere contar con instalaciones adecuadas que faciliten el manejo correcto de los animales y garanticen la seguridad del operador y el equipo (Griffin & Ginther, 1992; Blond & Buczinski, 2009). Estas condiciones son difíciles de encontrar en el trópico en donde además, el examen andrológico (BSE) no es una práctica común a pesar de su marcada importancia (Chacón et al., 2009). Además, la aplicación de la técnica requiere contar con experiencia en la interpretación de los hallazgos con el fin de lograr un diagnóstico correcto, para lo cual es vital conocer la anatomía del escroto y su contenido (Evans et al., 1996). Acorde con Gnemmi & Lefebvre (2009) y DesCôteaux et al. (2010), dentro de las patologías del contenido escrotal del toro que pueden ser diagnosticadas utilizando ultrasonografía se encuentran: Orquitis, fibrosis, focos de mineralización, hidrocele, hematocele, quistes, abscesos, neoplasias, epididimitis, varicocele, hiperplasia linfática, hernia inguinal y torsión del cordón espermático.

Una de las principales ventajas del ultrasonido consiste en el hecho de que es una técnica diagnóstica no invasiva, por lo que permite la evaluación de diversas estructuras internas sin el riesgo de dañar el potencial reproductivo del toro (Evans et al., 1996; Ribadu & Nakao, 1999; Herzog & Bollwein, 2007). Además, permite visualizar alteraciones en los tejidos contenidos en

el saco escrotal los cuales no podrían o son difíciles de ser detectados al examen clínico por palpación (Gnemmi & Lefebvre, 2009). No obstante, la utilización del ultrasonido no sustituye ninguno de los componentes del examen andrológico ya que no puede brindar información sobre alteraciones en la calidad del eyaculado, tal como ocurre en casos de degeneración testicular aguda (Youngquist & Threlfall, 2007).

1.2. Justificación

La fertilidad es uno de los factores en la industria pecuaria de mayor relevancia ya que sobre ella se basa la rentabilidad de la ganadería de leche y carne (Gnemmi & Lefebvre, 2009; DesCôteaux et al., 2010). Históricamente, los problemas de fertilidad en las ganaderías de carne bajo condiciones tropicales han sido siempre achacados al manejo y rendimiento reproductivo de las hembras, dejando casi totalmente de lado el estudio del desempeño reproductivo del macho (Kumi-Diaka et al., 1981; Gnemmi & Lefebvre, 2009). Lo anterior, a pesar de la innegable importancia que posee el estado reproductivo de este último sobre la eficiencia del hato.

Los primeros estudios que sugirieron la necesidad de utilizar otras técnicas paralelas al examen andrológico con el fin de diagnosticar patologías internas en el aparato reproductor del macho datan de la década de los 30 cuando mediante radiografías a partir de escrotos colectados en matadero, se evidenció que un alto porcentaje de estos presentaban en su contenido focos de calcificación testicular (Barker, 1956). Lamentablemente, existen pocos estudios en este tema a partir de esta época y muchos de los trabajos disponibles fueron originados ya sea en tractos de matadero o bien basados en una muestra reducida de animales. Además, la mayor parte de los

trabajos han sido realizados con toros *Bos taurus*, por lo que la información disponible en razas manejadas bajo condiciones tropicales es mínima.

Actualmente, la información disponible en la cual se correlacionen los hallazgos del examen por ultrasonido del contenido escrotal con variables como la especie y otros parámetros clínicos obtenidos durante la evaluación andrológica es escasa o nula en la especie bovina. Esta situación limita el uso de la técnica ultrasonográfica en el diagnóstico de patologías testiculares (Ribadu & Nakao, 1999). Por esta razón, se torna de vital importancia tener un adecuado conocimiento y manejo de la técnica para poder realizar diagnósticos objetivos que coadyuven a determinar el pronóstico reproductivo del animal, evitando así las pérdidas económicas ocasionadas por la permanencia de sementales con fertilidad disminuida en el hato (Griffin & Ginther, 1992; Zalesky, 1993).

Finalmente, la evaluación ecográfica del contenido escrotal en el toro podría ser aún de mayor ayuda bajo condiciones tropicales debido a que en este medio los toros están sujetos a condiciones adversas tales como elevada temperatura y humedad relativa, variaciones nutricionales por disponibilidad estacional de pasturas, traumas y exposición a diversos agentes infecciosos (Kastelic et al., 1996; Chacón et al., 1999a; De Alba, 2011).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la prevalencia de patologías encontradas durante el examen ecográfico del contenido escrotal en toros reproductores manejados extensivamente bajo condiciones de monta natural en Costa Rica.

1.3.2. Objetivos Específicos

- i. Realizar un examen ecográfico en diferentes planos de localización del contenido escrotal.
- ii. Asociar los hallazgos durante el examen ultrasonográfico del contenido escrotal con variables tales como especie, edad, circunferencia escrotal, consistencia testicular, largo del escroto y clasificación andrológica de toros manejados extensivamente en Costa Rica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Animales

Se examinaron un total de 301 toros de genotipo *Bos indicus* (n=178), *Bos taurus* (n=48) y cruces *Bos indicus* x *Bos taurus* (BT x BI) (n=75), con edades entre 1.10-13.0 años (3.9 ± 2.0). Los animales eran reproductores mantenidos en monta natural y bajo condiciones extensivas de pastoreo en fincas comerciales dedicadas a la cría de ganado de carne y doble propósito ubicadas en las provincias de Alajuela y Guanacaste.

Los animales se mantuvieron bajo pastoreo durante todo el año en potreros conformados principalmente por estrella africana (*Cynodon plectostachium*) y especies de brachiarias. Además se suplementaron *ad libitum* con minerales.

2.2 Evaluación Andrológica

Los toros fueron sometidos a una evaluación andrológica de rutina realizada acorde a los lineamientos establecidos por el Programa de Investigación en Andrología Animal Aplicada (PIAAA) del Laboratorio de Andrología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional (UNA). El examen se realizó bajo condiciones de campo, sin sedación y minimizando cualquier situación de estrés y maltrato al animal en aras de su bienestar (Grandin, 2007). La evaluación contempló entre otros puntos el examen clínico del estado general de salud, visión y condición corporal (en escala de 1 a 5), además de la conformación de los aplomos. La evaluación clínica del aparato reproductor incluyó la palpación del contenido escrotal en la cual se determinó la simetría, forma y consistencia del testículo y epidídimo. Además se determinó la circunferencia escrotal (cm) con una cinta metálica específica para este fin, así como el largo del escroto acorde a la clasificación propuesta por Chacón et al. (2010).

La consistencia testicular fue clasificada como normal, suave o dura (Chacón et al., 1999a). El largo escrotal se determinó en relación con la distancia del fondo del saco escrotal con la articulación del metatarso (corvejón), siendo un escroto corto aquel que no presentó un cuello escrotal distinguible, por lo que se ubica en la zona inguinal. Como escroto normal fue clasificado aquel con un cuello escrotal evidente y cuya parte distal no sobrepasó el nivel del corvejón. El escroto largo, fue definido como aquel en el cual su parte distal sobrepasó la articulación del corvejón.

La colecta del eyaculado se llevó a cabo por medio de electro eyaculación. Una vez obtenida la muestra de semen, se procedió de inmediato a la evaluación de la motilidad, concentración y morfología espermática (Chacón et al., 1999a; Pastore, 2008). Finalmente, los toros fueron clasificados como satisfactorios, sospechosos e insatisfactorios según los criterios descritos por Chacón et al (1999a) y Youngquist & Threlfall, (2007), detallados a continuación:

- a) Satisfactorios: Toros sin alteraciones al examen clínico general y reproductivo, con una circunferencia escrotal acorde al estándar de su edad y raza (Chacón et al., 2000a). Además con un porcentaje total de defectos espermáticos de cabeza, núcleo, pieza media y gota citoplasmática proximal inferior al 15%.
- b) Sospechosos: Toros que no cumplen con los requisitos de un animal satisfactorio pero con un pronóstico favorable de potencial recuperación y con un porcentaje de defectos espermáticos de cabeza, núcleo, pieza media y gota citoplasmática proximal mayor al 15% y menor o igual al 30%.

- c) Insatisfactorios: Sementales con trastornos al examen clínico general y reproductivo los cuales indiquen una clara afectación de su fertilidad potencial y con un porcentaje de defectos espermáticos de cabeza, núcleo, pieza media y gota citoplasmática proximal superior a un 30%.

2.3 Examen ultrasonográfico

El examen ecográfico del contenido escrotal se realizó con un ultrasonido portátil (Agroscan®, modelo ALR - 575, Francia), utilizando un transductor de 5MHz. Se aplicó gel de acoplamiento directamente al transductor el cual fue ubicado ejerciendo una leve presión sobre la superficie longitudinal posterior del cuello escrotal tanto para el testículo derecho como izquierdo determinando la apariencia del plexo pampiniforme.

Seguidamente, se ubicó el transductor sobre la superficie longitudinal posterior del escroto deslizando la sonda por toda la superficie en ambos testículos de forma que pudiera visualizarse la pared escrotal, la cápsula testicular, el parénquima y los diferentes segmentos del epidídimo. Además, se midió el diámetro (mm) del mediastino y cápsula testicular, para lo cual se congeló la imagen a nivel del tercio medio de la superficie longitudinal posterior de cada gónada. Una vez determinada, la apariencia ecográfica fue clasificada de la siguiente forma:

- a) **Apariencia normal:** Se consideró como apariencia ecográfica normal cuando el plexo pampiniforme presentó un aspecto tubular tortuoso y anecoico en su lumen. Algunos de los vasos (posiblemente la arteria testicular) muestran una pared hiperecoica más gruesa comparada con otros vasos (vena testicular) (Figura 1).

La pared escrotal se caracteriza por mostrar una estructura uniforme y de mayor ecogenicidad con respecto al parénquima testicular, limitando en su superficie ventral con la cápsula testicular, conformada por una delgada línea hiperecoica continua alrededor de todo el parénquima. Este último, debe presentar siempre una ecogenicidad homogénea ligeramente hipo-ecoica (Figura 1). El mediastino testicular presenta una apariencia hiperecoica homogénea con localización central, abarcando aproximadamente tres cuartas partes del eje longitudinal del testículo (Figura 1) (Khalid et al., 2010; Chacón et al., 2012).

El epidídimo normal se caracteriza por presentar una cabeza con márgenes hiperecoicos y forma elongada, con una apariencia interior hipo-ecoica homogénea (Figura 2a). El cuerpo se muestra como una estructura elongada y tubular con apariencia hipo-ecoica homogénea y márgenes hiperecoicos que lo delimitan (Figura 2b). La cola posee una forma oval achatada hacia el parénquima, con una ecogenicidad heterogénea hipo-ecoica en comparación con el parénquima (Figura 2c) (Pechman & Eilts, 1987; Khalid et al., 2010; Chacón et al., 2012).

b) Apariencia anormal: Se clasificó como apariencia ecográfica anormal cuando el examen ultrasonográfico del contenido escrotal mostró variaciones comparadas con los hallazgos descritos en el punto anterior, en cuyo caso se evaluó la presencia de estructuras tales como focos o zonas extensas hiperecoicas en el parénquima testicular (presumiblemente debidos a litiasis y/o fibrosis testicular), cambios fibróticos en el epidídimo, presencia de dilataciones tipo quiste, o ectasias en vías espermáticas

excurrentes, dilatación de vasos sanguíneos superficiales en la cápsula testicular y acúmulo de líquido en la cavidad vaginal (Figura 3).

2.4 Análisis estadístico

El efecto que sobre la apariencia ecográfica del contenido escrotal, categorizada como normal o anormal, pudieran tener las variables de edad, especie, consistencia testicular, circunferencia escrotal, largo del escroto y clasificación andrológica fue estudiado por medio de un modelo de regresión logística el cual consiste en estimar la relación existente entre una variable dependiente y un conjunto de variables independientes (Daniel, 2006). Para lo anterior se utilizó el programa estadístico SAS[®] (SAS, 2010) y se agruparon las variables independientes de la siguiente manera:

- a) Edad agrupada en toros de 2 a 4 años, de 4,1 a 7 años y toros mayores a 7 años.
- b) Largo escrotal: Categorizado como corto, normal o largo.
- c) Circunferencia escrotal: Agrupada en toros < 32 cm y ≥ 32 cm.
- d) Consistencia testicular: Categorizada como suave, normal y dura.
- e) Clasificación andrológica: Categorizada en toros satisfactorios, sospechosos e insatisfactorios.
- f) Especie: Las diferentes razas estudiadas fueron agrupadas acorde a su genotipo en *Bos taurus*, *Bos indicus* y cruces *Bos indicus* x *Bos taurus*.

Adicionalmente, se realizó un análisis de varianza para determinar el efecto de las variables anteriormente citadas sobre el diámetro del mediastino y cápsula testicular (Daniel, 2006).

3. RESULTADOS

3.1 Hallazgos generales

El 66.4% (n=200/301) de los toros estudiados fue menor a los 4 años de edad, mientras que un 25.6% (n=77/301) y 8% (n=24/301) presentaron edades entre 4.1-7 y ≥ 7.1 años respectivamente.

Del total de toros examinados, el 40.5% (n=122/301) mostró una apariencia ultrasonográfica normal del contenido escrotal (Figura 1), la cual no varió indistintamente del testículo (izquierdo o derecho) examinado. Dicha apariencia se caracterizó por presentar un plexo pampiniforme de aspecto tubular tortuoso compuesto por vasos sanguíneos con un lumen anecoico. Algunos de los vasos, posiblemente arteriales, mostraron una pared hiperecoica. La pared del saco escrotal se observó como una estructura uniforme y ligeramente ecogénica ubicada dorsalmente a la cápsula testicular, la cual se mostró como una delgada e hiperecoica línea rodeando el perímetro del testículo y con un diámetro promedio de 1.5 ± 0.5 mm, independientemente del testículo en que fue medida.

La cavidad vaginal no fue visible en la mayoría de toros normales, aunque en 10 de ellos fue posible observarla como una delgada línea anecoica dorsal a la cápsula con un diámetro < 1 mm. El parénquima testicular presentó una ecotextura homogénea y de moderada ecogenicidad, con un mediastino hiperecoico localizado centralmente y con un diámetro de 4.1 ± 1.0 mm, indistintamente del testículo en que fue medido. Por su parte, el epidídimo mostró una apariencia homogénea hipo-ecoica con relación al parénquima, la cual se acentuó desde la cabeza hasta la cola de dicho órgano (Figura 2).

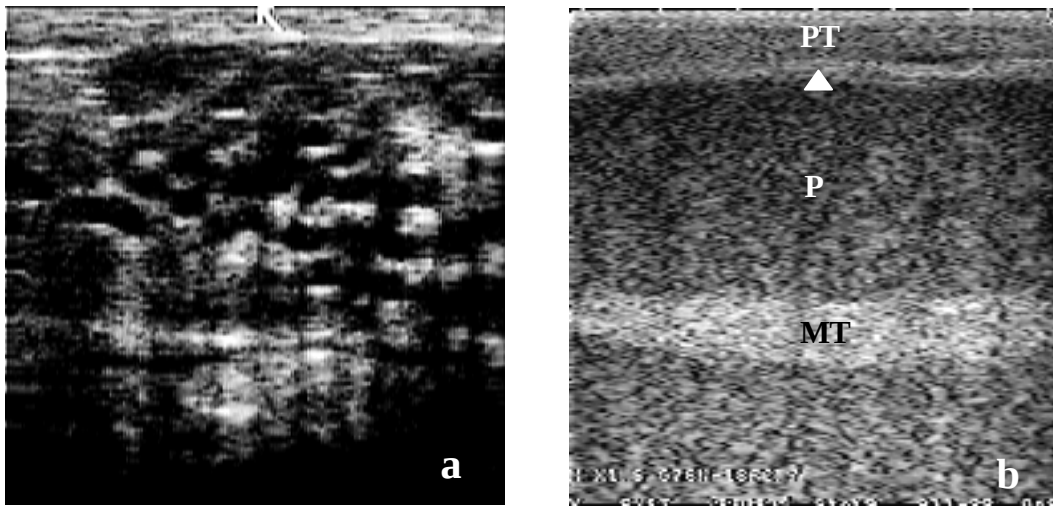


Figura 1a-b. Apariencia ultrasonográfica normal de la región del cuello (a) y saco escrotal (b). En (a) se nota el aspecto hipo-ecoico típico del plexo pampiniforme compuesto por la arteria y vena testicular. La apariencia ecográfica de la pared (PT), cápsula (flecha), parénquima (P) y mediastino testicular (MT) es mostrada en (b) (Transductor ubicado longitudinalmente en la región posterior del escroto. 5 MHz).

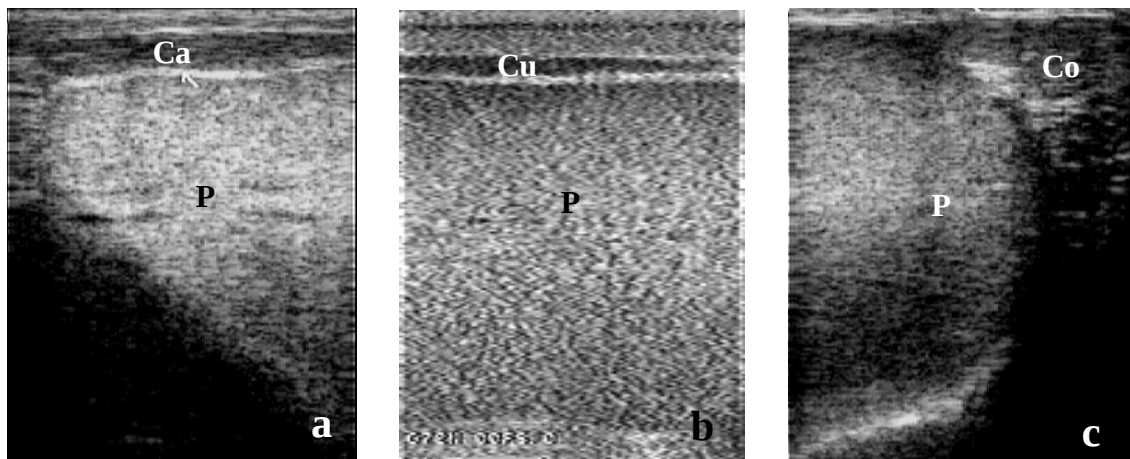


Figura 2a-c. Apariencia ultrasonográfica normal del epidídimo. La cabeza (Ca) es visible con la sonda posicionada longitudinal-lateral en el tercio superior de la gónada. Note la apariencia hipo-ecoica y la forma elongada delimitada por márgenes hiperecoicos. El cuerpo (Cu), es visible ubicando la sonda en posición longitudinal medial, mostrando una forma tubular, elongada y marcadamente hipo-ecoica. La cola (Co), está delimitada del parénquima y es visible parcialmente en el tercio distal del escroto con una apariencia hipo-ecoica. Nótese la apariencia homogénea del parénquima testicular (P) con una moderada ecogenicidad (Transductor ubicado longitudinalmente en la región posterior del escroto. 5 MHz).

Del total de toros examinados, un 59.5% ($n=179/301$) presentó algún tipo de alteración al examen ultrasonográfico de su contenido escrotal, asociado a variables tales como la edad, la especie, consistencia testicular y largo escrotal del toro, siendo la presencia de focos hiperecoicos en el parénquima testicular (presumiblemente causados por litiasis y/o fibrosis) el hallazgo más común (96.7%; $n=173/179$) (Figura 4b-c). Esta anomalía fue encontrada sola (66.5% $n=115/173$) o en combinación con otras patologías más severas (33.5%; $n=58/173$), tales como extensas masas hiperecoicas presumiblemente de origen fibrótico y/o mineralización en el parénquima (55.1%; $n=32/58$) (Figura 4a), dilatación de vasos superficiales (29.2%; $n=17/58$) (Figura 6b), hidrocele (9.0%; $n=5/58$) (Figura 6d), dilataciones quísticas en el mediastino (3.3%; $n=2/58$) (Figura 6c), cabeza (1.7%; $n=1/58$) y cola del epidídimo (1.7%; $n=1/58$) (Figura 5c). No se encontraron diferencias significativas para el diámetro de la cápsula testicular entre toros con apariencia ultrasonográfica normal o anormal ($p>0.05$). La medida del diámetro del mediastino en toros con alteraciones ecográficas durante el examen del contenido escrotal ($4.7\pm 1.4\text{mm}$) fue significativamente mayor comparado con toros normales ($p<0.05$).

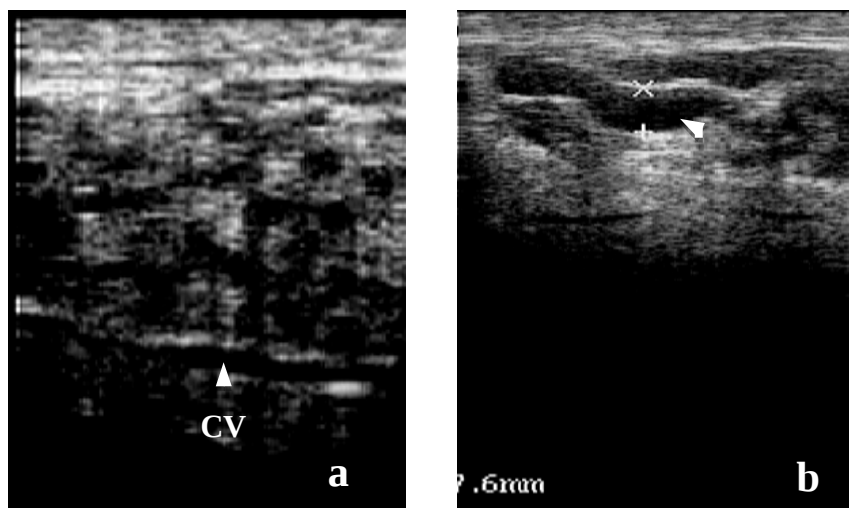


Figura 3 a-b. Hallazgos ultrasonográficos anormales en cuello escrotal. La figura (a) muestra una cavidad vaginal (CV) dilatada. En (b), se observa la dilatación de sus vasos (flecha) (Vista longitudinal posterior. 5 MHz).

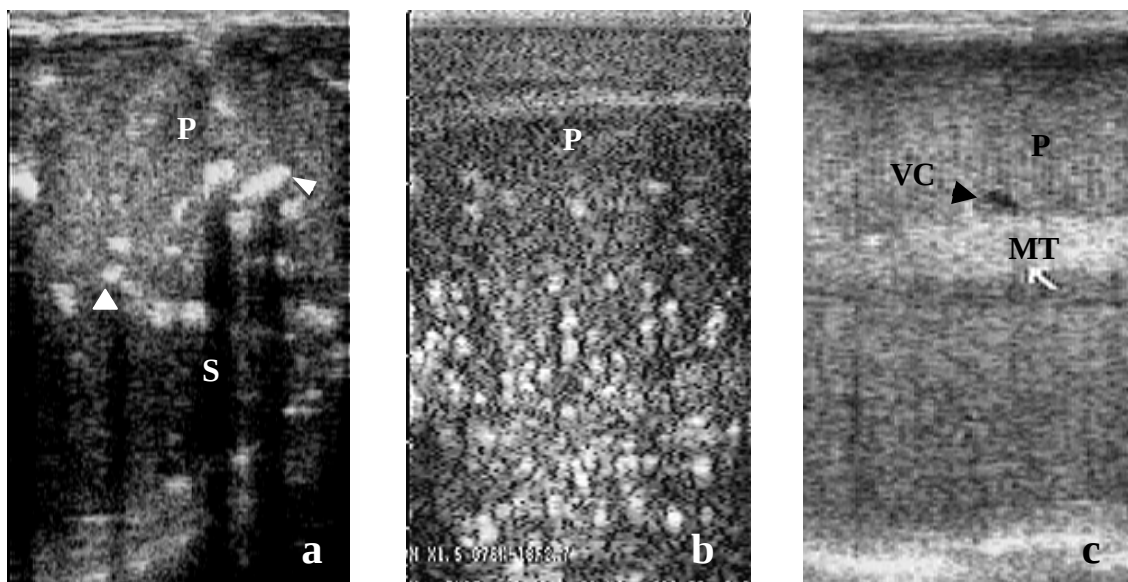


Figura 4a-c. Hallazgos ultrasonográficos anormales en testículo. En (a), la presencia de masas de fibrosis / mineralización (flechas) en el parénquima testicular produciendo sombras acústicas (S) es evidente. Incontables focos de litiasis en el tercio distal del testículo (b), nótese la irregularidad en la ecotextura del parénquima (P) dada por focos hiperecoicos de posible mineralización o fibrosis. En (c), note la dilatación de un vaso central (VC) dorsal al mediastino testicular (MT), además de la apariencia hiperecoica del parénquima con sombras acústicas múltiples ventral al mediastino (Transductor ubicado en posición longitudinal posterior. 5 MHz).

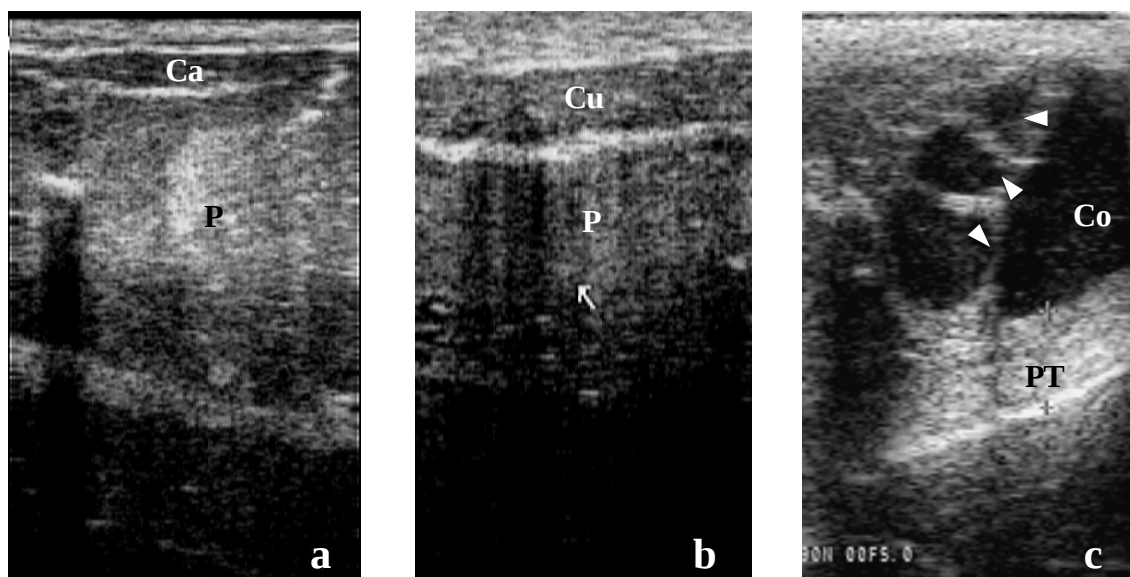
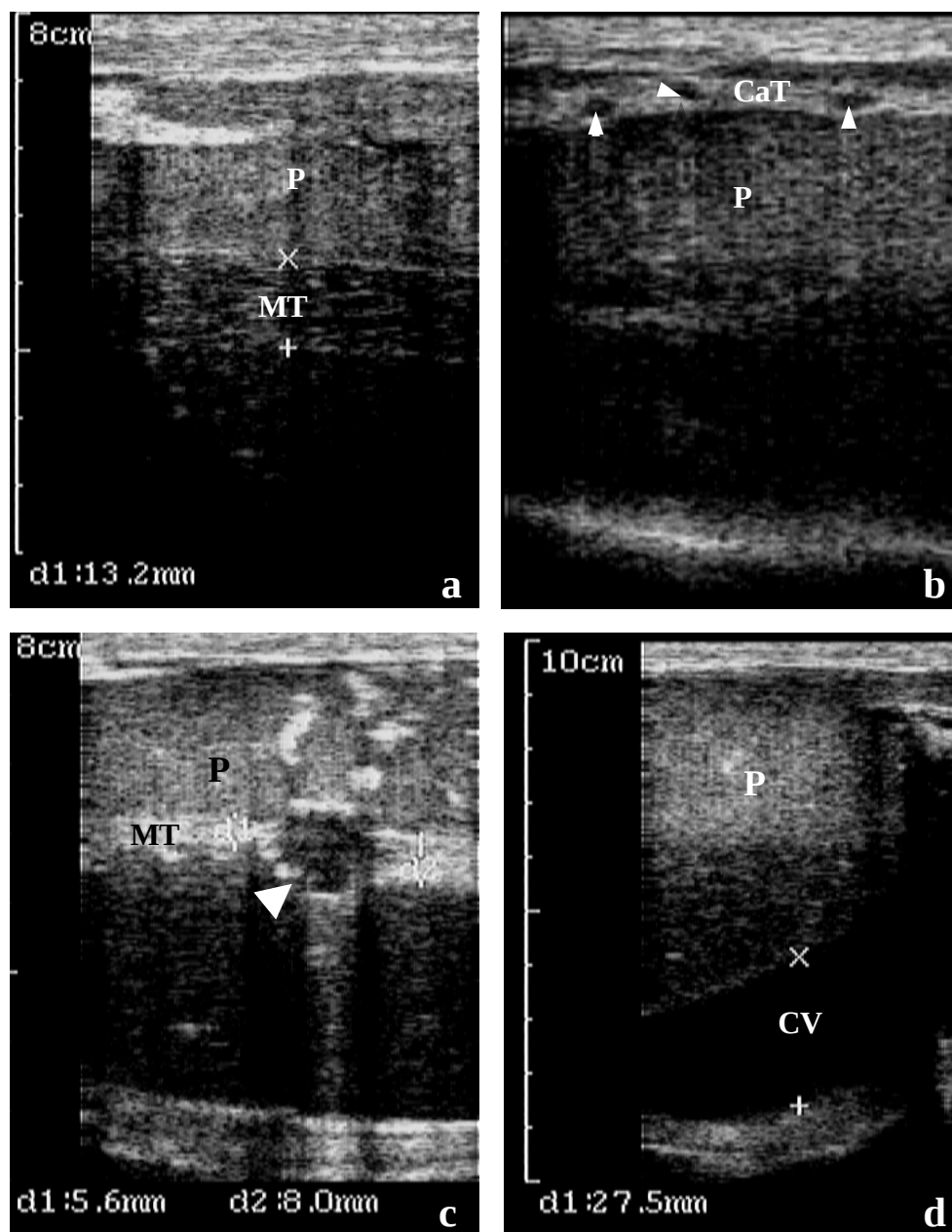


Figura 5a-c. Hallazgos ultrasonográficos anormales en epidídimo. Cabeza (Ca) (Vista longitudinal lateral, tercio proximal. 5 MHz) y cuerpo del epidídimo (Cu) (Vista longitudinal medial, tercio medio. 5 MHz) engrosados en un toro Brahman de 8 años afectado por epididimitis crónica. La cola del epidídimo (Co) en un toro Gyr-Holando afectado por epididimitis muestra múltiples dilataciones tipo cavitario con paredes trabeculares en su interior (flechas). Note la pared del órgano (PT) engrosada (Vista longitudinal posterior, tercio distal. 5 MHz). (P) parénquima.



Figuras 6a-d. Hallazgos ultrasonográficos anormales en cápsula, cavidad vaginal y mediastino. En (a) nótese el aumento en el diámetro del mediastino (MT) (13.2 mm) en el testículo derecho de un toro Brahman de 7 años (Sonda en posición longitudinal posterior tercio dorsal. 7.5 MHz). En (b) se observan vasos superficiales dilatados contenidos en una engrosada cápsula testicular (CaT) (flechas). El aspecto hipo-ecoico del parénquima (P) puede ser debido a la elevada absorción del eco provocado por la engrosada cápsula (Vista longitudinal medial. 5 MHz). Nótese en (c) la formación tipo cele (flecha) (en el mediastino (MT) en un toro Nellore (Sonda en posición longitudinal posterior). El aumento del diámetro (8 mm) en el segmento anterior (a la derecha) de la dilatación comparado con la región posterior (Izquierda, 5,6 mm), denota una ectasia de fluido en la rete testis. Nótese en (d) la cavidad vaginal (CV) dilatada (27.5 mm) (Hidrocele), en el testículo izquierdo de un toro *Bos indicus* de 4 años (Vista longitudinal lateral, tercio distal. 7.5 MHz).

3.2 Análisis de asociación estadística

Con el fin de evitar el efecto de colinearidad en el análisis, se procedió como primer paso a determinar si existía relación entre la edad del toro y otras variables en el modelo, tales como largo del escroto, consistencia testicular, circunferencia escrotal y clasificación andrológica. Al determinarse una significativa relación estadística entre la edad, escroto largo y consistencia testicular aumentada, se decidió eliminar la edad del modelo estadístico. A pesar de esto, la prevalencia de casos clasificados con apariencia ecográfica anormal fue significativamente mayor en toros entre 4.1–7 y ≥ 7.1 años comparada con animales de menor edad (81.8% y 95.8% versus 46.5% respectivamente).

3.2.1 Efecto de la especie

Los toros *Bos taurus* presentaron una mayor prevalencia de alteraciones al examen ultrasonográfico comparado con toros *Bos indicus* y cruces *Bos indicus* x *Bos taurus* (85.2% versus 55.3% y 47.2% respectivamente). La diferencia observada entre estos dos últimos genotipos también fue estadísticamente significativa ($p < 0.01$). Por el contrario, el diámetro promedio de la cápsula y mediastino testicular no mostró diferencias con respecto a la especie ($p > 0.05$).

3.2.2 Consistencia testicular

Toros con aumento o disminución de su consistencia testicular (CT) fueron clasificados más frecuentemente con una apariencia ecográfica anormal al examen ultrasonográfico que toros con CT normal (85.7% y 62.2% versus 53.7% respectivamente, $p < 0.05$). No se encontraron diferencias significativas para la apariencia ultrasonográfica del contenido escrotal

entre toros con consistencia suave y dura. El diámetro promedio de la cápsula y el mediastino no varió significativamente de acuerdo a la CT de los toros examinados ($p > 0.05$).

3.2.3 Circunferencia escrotal

El 96.7% ($n = 291/301$) de los toros evaluados presentó una circunferencia escrotal acorde a su edad y raza. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la apariencia ecográfica del contenido escrotal, ni tampoco para el diámetro de la cápsula y el mediastino testicular al comparar toros con circunferencia adecuada o no, de acuerdo a su edad y raza ($p > 0.05$).

3.2.4 Efecto del largo escrotal

La mayoría de la población de toros examinada presentó un escroto normal (83.7%; $n = 252/301$), mientras que la prevalencia de escroto corto y largo fue 6.3% ($n = 19/301$) y 10.0% ($n = 30/301$) respectivamente. Toros con escroto largo, fueron clasificados más frecuentemente con una apariencia ecográfica anormal de su contenido escrotal (96.6%; $n = 29/30$) comparados con toros de escroto normal (54.8%; $n = 143/252$) ($p < 0.05$). No obstante, no se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de animales con apariencia ecográfica anormal entre toros con escroto corto (68.4%; $n = 13/19$) y normal.

En relación al mediastino testicular, su diámetro promedio fue mayor en toros con escroto largo comparado con toros de escroto normal (5.9 ± 1.8 mm versus 4.4 ± 1.2 mm, $p < 0.05$). Por el contrario, el diámetro promedio de la cápsula testicular no varió significativamente de acuerdo al largo escrotal de los toros.

3.2.5 Clasificación andrológica

El 58.8% de los toros evaluados ($n=177/301$) fue clasificado como satisfactorio al examen andrológico, mientras que un 6,6% ($n=20/301$) y 34.5% ($n=104/301$) fue clasificado como sospechoso e insatisfactorio respectivamente. No se encontraron diferencias significativas para la apariencia ecográfica del contenido escrotal, ni para la medida promedio de la cápsula y el mediastino testicular, con respecto a la clasificación andrológica de los toros ($p > 0.05$).

4. DISCUSIÓN

La mayor prevalencia de lesiones encontradas en toros mayores de 4 años de edad, puede obedecer al hecho de que en estos animales, se producen paulatinamente cambios degenerativos seniles a nivel del parénquima testicular, los cuales conducen a una sustitución fibrótica y mineralización de este tejido. Estos cambios conllevan a una disminución de la eficiencia espermática, la cual podría, dependiendo del grado, disminuir la fertilidad del macho (Kumi-Diaka et al., 1981; Chacón et al., 1999b, Britto et al., 2002; Khalid et al., 2010).

La significativa relación encontrada entre la especie y los hallazgos ultrasonográficos diagnosticados a nivel testicular, confirman resultados anteriores en los cuales los toros *Bos taurus* fueron más propensos a sufrir degeneración testicular comparados con sementales *Bos indicus* bajo condiciones tropicales (Chacón et al., 1999a). Este hecho puede ser producto de su menor adaptación a condiciones climáticas caracterizadas por alta humedad y temperatura típicas de zonas tropicales (Chacón et al., 1999b). Como consecuencia de lo anterior, alteraciones en el espermiograma tales como astenozoospermia, teratozoospermia y oligozoospermia, son más comunes en este genotipo bajo condiciones tropicales (Fields et al., 1979; Vale-Filho et al., 1980; Kumi-Diaka et al., 1981; Ohashi et al., 1988; Chacón et al., 1999a).

La determinación de la consistencia testicular mediante palpación es una herramienta indiscutible en el examen andrológico debido a la correlación que existe entre esta variable y cambios patológicos en el parénquima testicular, reflejados a su vez en alteraciones en la morfología espermática de toros de cualquier genotipo bajo condiciones tropicales (Müller et al,

1992; Chacón et al., 1999b). Estos resultados, fueron corroborados en el presente trabajo, en el cual, toros con reducción así como con aumento de su consistencia testicular presentaron una mayor prevalencia de alteraciones durante el examen ultrasonográfico de su contenido escrotal, caracterizados por una elevada prevalencia de focos hiperecoicos en el parénquima.

En relación con la ausencia de significancia estadística entre la circunferencia escrotal (CE) y la apariencia ecográfica del contenido escrotal reportada en el presente estudio, la misma puede ser debida a que la mayoría de los individuos (96,7%) presentaron una CE de acuerdo a su edad y raza bajo condiciones tropicales (Chacón et al., 2000a). Se requiere contar con una mayor población de toros con característica de CE inadecuada con respecto a su edad y raza, con el fin de demostrar si existe o no asociación estadística entre esta variable y la apariencia ecográfica del testículo. Diversos autores han demostrado una asociación estadística entre una reducida CE y una alta prevalencia de cambios patológicos en el parénquima testicular (Carter et al., 1980; Madrid et al., 1998; Chacón et al., 1999a).

La relación entre la presencia de escroto largo y cambios negativos en la función testicular de distintas poblaciones de toros manejados bajo condiciones extensivas, ha sido reportada de manera consistente en varios estudios llevados a cabo en Costa Rica (Chacón et al., 1999a; 1999b; 2000b; 2001; 2010). En dichos estudios, toros con escroto largo, indistintamente de su genotipo y edad fueron más propensos a presentar alteraciones seminales caracterizadas por un elevado porcentaje de defectos morfológicos en sus espermatozoides y disminución de su eficiencia espermática. De igual forma, la prevalencia de otras patologías testiculares y epididimarias tales como granulomas, orquitis e hidrocele fueron más comunes en esta población comparada con toros de escroto normal.

La fertilidad de toros con escroto largo bajo monta natural en pruebas de campo ha demostrado ser inferior comparada con la obtenida por toros normales (Navarro et al., 2008). Se ha sugerido que la mayor predisposición al trauma, así como alteraciones en el retorno venoso, con consecuentes cambios negativos en la termorregulación testicular, explican esta significativa correlación (Chacón et al., 2010). Este hecho puede explicar también el significativo incremento del diámetro en el mediastino testicular observado en toros con escroto largo, posiblemente como consecuencia de la oclusión de vías espermáticas excurrentes, lo cual genera una ectasia, con un consecuente incremento en el diámetro de esta estructura. Dicha asociación entre la presencia de escroto largo y alteraciones patológicas en los testículos y estructuras anexas del escroto, fue corroborada en el presente estudio mediante el examen ultrasonográfico del contenido escrotal, en el cual 96,6% de los sementales examinados con escroto largo, presentaron una apariencia ecográfica anormal, caracterizada por microlitiasis severa, así como patologías inflamatorias en epidídimo, hidrocele y ectasias en vías espermáticas excurrentes.

La ausencia de asociación estadística entre la clasificación andrológica de los sementales y la apariencia ecográfica del contenido escrotal reportada en el presente estudio, podría ser debida al hecho de que la presencia de focos hiperecoicos en el parénquima testicular fue un hallazgo común en toros clasificados como normales al examen andrológico, sin que ello involucrara cambios en su calidad seminal. De igual forma, es posible que cuadros de degeneración testicular en fase aguda no se vean aún reflejados en alteraciones de la apariencia ecográfica del parénquima testicular, aunque sí afecten la calidad seminal de los sementales siendo por ende estos clasificados como reproductores insatisfactorios durante el BSE al momento de realizar la ecografía.

Si bien la degeneración testicular no puede ser diagnosticada solamente con la utilización de la ecografía, la visualización de hallazgos determinados con esta técnica, tales como un alto número de focos de litiasis o incluso extensas masas de tejido fibrótico y/o mineralización, contribuye junto con los hallazgos del examen clínico y el espermiograma, a incrementar la objetividad del pronóstico reproductivo durante la evaluación andrológica de los sementales bajo condiciones de campo.

5. CONCLUSIONES

El hallazgo más común en los toros con apariencia ecográfica anormal del contenido escrotal fue la presencia difusa de focos hiperecoicos en el parénquima testicular (57.5%; n=173/301), presumiblemente causados por mineralización y/o fibrosis secundaria a degeneración del epitelio seminífero.

La prevalencia de toros con apariencia ecográfica anormal fue significativamente correlacionada con la presencia de escroto largo, consistencia testicular aumentada y disminuida, genotipo *Bos taurus* y edades superiores a 4 años ($p<0.05$).

La ausencia de relación estadística reportada en el presente trabajo entre los hallazgos ultrasonográficos obtenidos durante el examen del contenido escrotal y la clasificación andrológica de los sementales, puede ser debida al hecho de que toros con degeneración aguda pueden mostrar alteraciones al espermiograma sin presentar aún cambios en la apariencia ecográfica. Asimismo, la presencia de focos hiperecoicos en el parénquima testicular de toros manejados extensivamente bajo condiciones tropicales, parece ser un hallazgo normal en toros clasificados como satisfactorios al BSE y sin alteraciones al espermiograma, por lo cual la ultrasonografía es una herramienta invaluable que si bien no sustituye ninguno de los pasos del examen andrológico, aumenta la objetividad del pronóstico reproductivo de un semental bajo condiciones de campo al permitir el diagnóstico de cambios patológicos en parénquima testicular, epidídimo y tejidos anexos.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda incorporar el examen ultrasonográfico del contenido escrotal como un componente de la evaluación andrológica de rutina en el toro. La ultrasonografía, es un procedimiento rápido, seguro para el animal y permite visualizar la integridad del parénquima testicular, epidídimo y plexo pampiniforme, por lo que incrementa la objetividad del diagnóstico y pronóstico reproductivo del toro. No obstante, se requiere que el médico veterinario conozca la anatomía y fisiología reproductiva de esta especie con el fin de poder interpretar los hallazgos del examen ultrasonográfico.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Bailey, T., R. Hudson, T. Powe, M. Riddell, D. Wolfe & R. Carson. 1998. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. *Theriogenology*. 49:581-94.
- Barker, C. 1956. Some observations on testicular calcification in bulls. *Can J Comp Med*. 20:37-49.
- Britto, L., A. Silva, L. Rodrigues, F. Vieria, L. Deragon & J. Kastelic. 2002. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in AI bulls in Brazil. *Theriogenology*. 58:1175-1186.
- Blond, L. & S. Buczinski. 2009. Basis of ultrasound imaging and the main artifacts in bovine medicine. *Vet Clin Food Anim*. 25: 553–565.
- Carter, A., P. Wood & P. Wright. 1980. Association between scrotal circumference, live weight and sperm output in cattle. *J Reprod Sci*. 59: 447-451.
- Chacón, J., E. Pérez, E. Müller, L. Söderquist & H. Rodríguez-Martínez. 1999a. Breeding soundness evaluation of extensively managed bulls in Costa Rica. *Theriogenology*. 52: 221-231.

- Chacón, J., E. Müller & H. Rodríguez-Martínez. 1999b. Morphological Features of the Seminiferous and Cauda Epididymides Epithelia of Breeding Zebu Bulls with Normal and Decreased Testicular Consistency. *J Repr Develop.* 45:119-128.
- Chacón, J., D. Aranda & E. Pérez. 2000a. Scrotal circumference in grass-fed bulls extensively reared in Costa Rica. p. 105. *In* 14^o International Congress on Animal Reproduction. Jun. 2-6. ICAR. Stockholm, Sweden.
- Chacón, J., Pérez, E. & H. Rodríguez-Martínez 2000b. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermiogramme parameters of extensively reared Brahman (*Bos indicus*) bulls in the tropics. *Theriogenology.* 58:41-50.
- Chacón, J. 2001. Assessment of sperm morphology in zebu bulls under field conditions in the tropics. *Repr Dom Anim.* 36: 91-99.
- Chacón, J. 2009. Manejo reproductivo y diagnóstico andrológico del toro en ganaderías extensivas del trópico centroamericano. *In* 21^o Reunión Bienal de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Oct. 18-23. San Juan, Puerto Rico.
- Chacón, J., A. Jiménez & B. Vargas. 2010. A proposal for categorization of scrotum length and its relationship with andrological classification in extensively managed bulls. p.45. *In* 8^o International Ruminant Reproduction Symposium. Sept. 3-7. University of Missouri. Alaska, USA.

- Chacón, J., L. Navarro, B. Vargas & C. Víquez. 2012. Ultrasonography of the scrotal contents for breeding zebu bulls extensively reared in Costa Rica. *Repr Dom Anim.* 47: 519.
- Chandolia, R., A. Honaramooz, B. Omeke, R. Pierson, A. Beard & N. Rawlings. 1997. Assessment of development of the testes and accessory glands by ultrasonography in bull calves and associated endocrine changes. *Theriogenology.* 48: 119-132.
- Chapwanya, A., J. Callanan, H. Larkin, L. Keenan, & L. Vaughan. 2008. Breeding soundness evaluation of bulls by semen analysis, testicular fine needle aspiration cytology and trans-scrotal ultrasonography. *Irish Vet J.* 61: 315-318.
- Coulter, G. & D. Bailey. 1988. Effects of ultrasonography on the bovine testis and semen quality. *Theriogenology.* 30:743- 749.
- Daniel, W. *Bioestadística: Base Para El Análisis de Las Ciencias de la Salud.* 2006. 4ta. ed. Limusa Wiley, México.
- De Alba, J. 2011. *El libro de los bovinos criollos de América.* 1era. ed. Colegio de Postgraduados, Distrito Federal, México.
- DesCôteaux, L., G. Gnemmi & J. Colloton. 2010. *Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography.* 1st. ed. Blackwell Publishing. Iowa, USA.
- Eilts, B. & R. Pechman. 1988. B-Mode ultrasound observation of bull testes during breeding soundness examinations. *Theriogenology.* 30: 1169–1175.

- Evans, A., R. Pierson, A. Garcia, L. Mc Dougall, F. Hrudka & N. Rawlings. 1996. Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. *Theriogenology*. 46: 345-357.
- Fields, M., W. Burns & A. Warnick. 1979. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *J Anim Sci*. 48: 1299-1304
- Gnemmi, G. & R. Lefebvre. 2009. Ultrasound imaging of the bull reproductive tract: an important field of expertise for veterinarians. *Vet Clin Food Anim* 25: 767–779.
- Grandin, T. 2007. *Livestock handling and transport*. 3rd. ed. CAB International. Colorado. USA.
- Griffin, P. & O. Ginther. 1992. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J Anim Sci*. 70: 953-972.
- Herzog, K. & Bollwein, H. 2007. Application of doppler ultrasonography in cattle reproduction. *Reprod Dom Anim*. 42: 51–58.
- Kastelic, J., R. Cook & G. Coulter. 1996. Contribution of the scrotum and testes to scrotal and testicular thermoregulation in bulls and rams. *J Reprod Fertil*. 108: 81-85.

- Khalid, M., A. Nazir, A. Nafees, A. Shujait, A. Maqbool, & Y. Muhammad. 2011. Ultrasound imaging of testes and epididymides of normal and infertile breeding bulls. *Pak Vet J.* 31:345-350.
- Kumi-Diaka J., V. Nagaratnam & J.S. Rwuaan. 1981. Seasonal and age-related changes in semen quality and testicular morphology of bulls in a tropical environment. *Vet Rec.* 108: 13-15.
- Madrid, N., R. Ott, D. Rao, W. Vanderwert & C. Wilhns. 1988. Scrotal circumference, seminal characteristics and testicular lesions of yearling Angus bulls. *Am J Vet Res.* 49: 579-584.
- Müller, E., H. Rodríguez-Martínez, S. Braden, L-E. Edquist. 1992. Testicular ultrastructure of Zebu bulls in Costa Rica. *J Vet Med A.* 39: 382-391.
- Navarro, L., Alpizar, E. & J. Chacón. 2008. Conception rate in extensively managed beef cattle herds bred by bulls with different andrological status in the south area of tropical Costa Rica. *Reprod Dom Anim.* 43:166-167.
- Ohashi, O, H. Ribeiro & W. Vale-Filho. 1988. Distúrbios reprodutivos em touros *Bos indicus*. *Bos taurus* e mestiços, criados em clima amazônico. *Pesq Vet Bras.* 8: 31-35.
- Pastore, A. 2008. Contribuição da ultra-sonografia na avaliação andrológica de bovinos Nelore. Tese de Doutor. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil.

Pechman, R. & B. Eilts. 1987. B-mode ultrasonography of the bull testicle. *Theriogenology*. 30: 1169–1175.

Ribadu, A. & T. Nakao. 1999. Bovine reproductive ultrasonography: A review. *J Reprod Develop*. 45: 13–28.

SAS. Statistical Analysis System. 2010. Instituto SAS Inc. Cary, NC, USA.

Vale-Filho V, P. Pinto, F. Megale, J. Fonseca & L. Soares. 1980. Fertility of the bull in Brasil. A survey of 1088 bulls and 17945 ejaculations from *Bos taurus*, *Bos indicus* and crosses under tropical conditions. *Proceedings 9th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination*. 2: 545-548.

Youngquist, R. & W. Threlfall. 2007. *Current therapy in large animal theriogenology*. 2nd. ed. Saunders Elsevier, Missouri, USA.

Zalesky, D. 1993. Using ultrasound technology in reproduction management. *In 8° Symposium. Proc. Range Beef Cow*. Dec 1-3. Cheyenne, USA.