



EVALUACION ULTRASONOGRAFICA DEL CONTENIDO ESCROTAL DURANTE EL EXAMEN ANDROLOGICO EN TOROS BAJO CONDICIONES DE MONTA NATURAL Y MANEJO EXTENSIVO.

Jorge Chacón C.

*Programa de Investigación en Andrología Animal Aplicada, Escuela de Medicina Veterinaria
Universidad Nacional (UNA), Heredia-Costa Rica. Email: jorge.chacon.calderon@una.cr*

Introducción

La evaluación del potencial reproductivo de los sementales es de vital importancia en la eficiencia productiva de las explotaciones ganaderas. No obstante, el diagnóstico de la fertilidad de los toros basándose en su tasa de concepción se dificulta sobre todo en sistemas de explotación extensivos típicos de la ganadería de carne en el trópico caracterizados por ausencia o infrecuente utilización de registros, empadre múltiple, escasa asistencia veterinaria y una pobre atención depositada sobre la selección de los toros basada en caracteres asociados con su fertilidad potencial. Por tal razón, la evaluación andrológica se convierte en un medio importante para detectar sementales con alteraciones en su fertilidad (Chacón, 2009). Dichas condiciones, 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 potencial del semental. Para lograr esto, el examen no solo debe correlacionar aquellas variables clínicas altamente asociadas con la fertilidad potencial del toro, sino que puede emplear otras técnicas colaterales que sean aplicables bajo condiciones de campo y que permitan obtener información que contribuya a incrementar la objetividad diagnóstica del examen.

Los primeros estudios que utilizaron otras técnicas con el fin de diagnosticar patologías internas en el aparato reproductor del macho datan posiblemente de la década de los 30's, cuando mediante radiología a partir de escrotos colectados en frigorífico se evidenció que un alto porcentaje de estos presentaban focos de calcificación en el parénquima testicular (Barker, 1956).

En relación a la ultrasonografía, su uso como herramienta auxiliar durante el examen de la salud reproductiva de los animales domésticos ha sido limitado casi exclusivamente a la hembra, específicamente durante la evaluación de los órganos reproductivos internos mediante la ecografía trans rectal tanto para el reconocimiento de estructuras ováricas durante el ciclo estral como para el diagnóstico de preñez, determinación del sexo y edad fetal, y salud uterina. Por el contrario, la utilización de la ultrasonografía durante la evaluación del potencial reproductivo del macho ha sido limitada y esporádica. Algunos de los factores que explican esta realidad son el costo del equipo y la ausencia instalaciones con facilidades a nivel de campo para poder llevar a cabo un examen ecográfico cuidadoso y que garantice la seguridad del operador y el equipo (Evans et al., 1996). Otro de los factores que ha limitado el uso de esta tecnología según mi opinión, es el hecho de que la enseñanza de la técnica y la interpretación de hallazgos

durante el examen ecográfico del aparato reproductor en el toro ha sido prácticamente nula en las escuelas de formación veterinaria, lo cual limita indudablemente la utilización de esta bondadosa técnica por parte de los profesionales en esta rama.

Los primeros reportes relacionados con las características ultrasonográficas del testículo en toros datan de los 80's, y fueron generados tanto a partir de órganos colectados en frigorífico (Pechman & Eilts, 1987) como en sementales durante su evaluación andrológica (Eilts & Pechman, 1988). 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 de la evaluación por ultrasonido del contenido escrotal consiste en el hecho de que es una técnica diagnóstica no invasiva 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 el contenido escrotal las cuales son difíciles o imposibles de ser detectadas al examen clínico por palpación.

EXAMEN ECOGRÁFICO DEL CONTENIDO ESCROTAL EN EL TORO

La evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal en el toro debe realizarse posterior al examen clínico de esta estructura, lo cual significa que previamente el operador debe haber determinado el desplazamiento, la simetría y consistencia tanto del testículo como de los diferentes segmentos del epidídimo, incluyendo también la medición de la circunferencia escrotal. La utilización de ecógrafos portátiles con batería incorporada recargable es preferible sobre todo bajo condiciones de campo las cuales prevalecen en nuestro medio. Las sondas lineales del tipo trans rectal con una huella de al menos 60 mm de longitud son en mi criterio de primera elección comparadas contra transductores convexos. Lo anterior, se explica en el hecho de que las primeras permiten una visualización perpendicular desde la pared escrotal posterior hasta la cara anterior del escroto, pudiendo evaluarse todos los tejidos comprendidos en este trayecto. De igual forma, las sondas multi frecuencia son preferibles y comunes hoy en día en la mayoría de ecógrafos modernos pudiendo utilizarse desde 5.0 hasta 7.5 MHz para la evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal. Personalmente, prefiero utilizar una frecuencia que brinde una mayor



resolución (7.0-7.5 MHz) que permita visualizar cuidadosamente tanto detalles en el tejido así como la totalidad del trayecto postero-anterior del escroto y su contenido, lo cual es posible empleando una profundidad de 8 a 10 cm. De esta forma, el transductor puede ubicarse en la superficie posterior o cara caudal del escroto lo cual resulta más cómodo para el operador y permite evaluar todo el grosor del escroto y su contenido.

El correcto manejo y sujeción del toro en la manga del corral incluye disminuir al máximo el stress para el animal, y además, es fundamental tanto para la seguridad del operador como del equipo, especialmente cuando se trabaja con razas cebuinas, sus cruces u otros animales de temperamento agresivo no habituados al manejo frecuente en corral, tal como sucede con los toros en explotaciones ganaderas extensivas típicas del trópico.

La sujeción debe ser simple y consiste en limitar el movimiento anterior y posterior del toro colocando una o dos barreras en el cepo o manga a nivel de la región glútea y articulación del tarso, permitiendo de esta manera al operador tomar con una mano el escroto de su región craneal y posicionando con la mano libre el transductor. La consola del ecógrafo debe ubicarse a una distancia adecuada de manera que permita al operador observar y evaluar los hallazgos del examen (Fig. 1). En general, si la sujeción es adecuada una evaluación estándar debería tardar menos de 5 minutos por toro y no requiere el uso de tranquilizantes y mucho menos anestesia del animal.

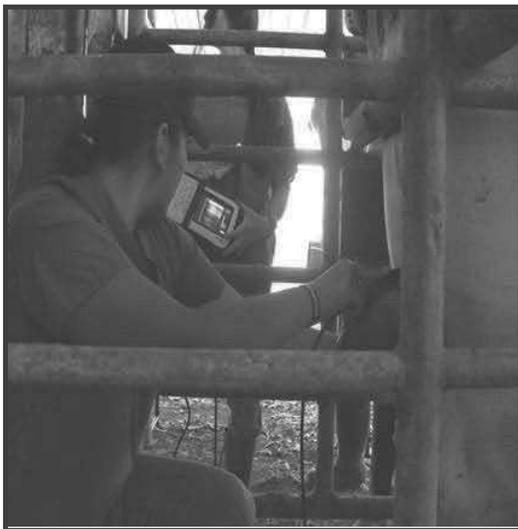


Fig. 1: Evaluación ultrasonográfica del escroto y su contenido en el toro utilizando una sonda lineal de tipo trans rectal. Note la ubicación del transductor en posición longitudinal posterior y la sujeción simple del animal en la manga. La consola portátil se ubica a una distancia adecuada de manera que permita al operador visualizar los tejidos examinados.

Especial cuidado debe tenerse a la hora de posicionar la sonda del ecógrafo ejerciendo apenas una leve presión sobre la cara posterior del escroto de manera que el gel de acoplamiento elimine el espacio muerto entre la sonda y la piel sin deformar la estructura de los tejidos. El examen debe iniciarse en el cuello del escroto con el fin de evaluar la apariencia del plexo pampiniforme, poniendo especial

atención a la presencia de vasos dilatados, hidrocele o asas intestinales típicas en casos de hernias. Seguidamente, se procede a evaluar la cabeza del epidídimo posicionando el transductor latero cranealmente en el polo dorsal o anterior del testículo para luego hacer un barrido o escaneo del parénquima moviendo el transductor de lateral a medial hasta abarcar toda la longitud de la gónada. Por último, se posiciona la sonda en la superficie medial del testículo elevando el testículo contra lateral con el fin de observar todo el recorrido del cuerpo del epidídimo hasta llegar a la cola de este órgano la cual se ubica en el polo posterior o ventral del testículo.

APARIENCIA ECOGRÁFICA NORMAL DEL CONTENIDO ESCROTAL

Su conocimiento es fundamental con el fin de detectar posibles variaciones durante el examen ecográfico. Los datos que se muestran a continuación fueron obtenidos de una población de toros Brahman manejados en pastoreo extensivo bajo condiciones tropicales en Costa Rica (34.0±1.3 meses de edad), normales al examen clínico general y con una circunferencia escrotal de 34.9±2.5 cm así como consistencia y simetría normales en testículo y epidídimo, con valores promedio para morfología normal y motilidad de 87.9±11.0% y 78.3±15.4% respectivamente (Chacón et al, 2012a).

Plexo pampiniforme

El plexo pampiniforme se caracteriza por presentar un aspecto tubular tortuoso y anecoico en su lumen (Fig. 2a). Algunos de los vasos (posiblemente la arteria testicular) muestran una pared híper-ecoica más gruesa comparada con otros vasos (vena testicular). En el 58% de toros clasificados como satisfactorios al examen andrológico fue común observar a nivel del cuello escrotal la cavidad vaginal con un diámetro de 1.2±0.8 mm, caracterizada por un espacio anecoico y continuo delimitado por las tunicas vaginales parietal y visceral respectivamente. La utilización de ultrasonografía convencional (B mode) a este nivel permite únicamente la detección de alteraciones mayores tales como la dilatación varicosa de la vena espermática, torsiones o presencia de asas intestinales en cavidad vaginal. No obstante, la utilización de ultrasonografía color y power doppler permiten la detección de alteraciones tanto en la dirección del flujo, así como cambios hemodinámicos en la presión y resistencia vascular respectivamente. Poco o nada se ha investigado en esta materia hasta el momento especialmente en toros manejados en monta natural y condiciones extensivas.

Pared escrotal

La pared escrotal (Fig. 2b) posee una apariencia ecográfica homogénea ligeramente híper-ecoica comparada con el parénquima testicular, del cual se diferencia fácilmente por su menor diámetro y además porque está ventralmente delimitada por la cápsula testicular. Su diámetro es prácticamente el doble a nivel del cuello escrotal (6.0±0.6 a 6.6±1.8 para el testículo

izquierdo y derecho respectivamente, $p > 0.05$) comparado con el observado a nivel del tercio medio de la cara posterior del escroto, el cual posee un rango de 3.6 ± 0.5 a 3.5 ± 0.4 mm respectivamente.

Cavidad vaginal

La cavidad vaginal es el espacio ubicado entre la túnica vaginal visceral y parietal, la cual es difícilmente observable en toros con apariencia ecográfica normal y satisfactorios al examen andrológico. En los pocos casos en que es observable, se muestra como un espacio anecoico continuo y uniforme dorsal a la cápsula testicular con un diámetro promedio inferior a 1 mm (0.6 ± 0.2 mm).

Cápsula

La cápsula testicular (Fig. 2b) es una estructura compuesta por la túnica albugínea y la túnica vaginal visceral, aunque en la mayoría de casos en que la cavidad vaginal no es observable, ecográficamente incluye también la túnica vaginal parietal. Su apariencia ultrasonográfica se distingue por presentar una línea híper ecoica continua y uniforme que limita dorsalmente con la pared escrotal y ventralmente rodea la totalidad de la periferia del parénquima testicular. Es visible en todos los planos del escroto con un diámetro promedio de 0.8 ± 0.08 mm, aunque en la superficie medial puede llegar hasta 1.8 mm de diámetro. En el 25% de toros normales analizados se observaron pequeños vasos superficiales contenidos en la capa vascular de la túnica albugínea.

Parénquima testicular

Posee una estructura homogénea y uniforme desde el polo dorsal al ventral con moderada ecogenicidad (ligeramente hipo ecoico), rodeado en su totalidad por una híper ecoica y delgada cápsula (Fig. 2b). La visualización de focos híper ecoicos producto de la presencia de zonas de fibrosis-calcificación parece ser un hallazgo común y hasta normal en el parénquima testicular de toros satisfactorios al examen andrológico mayores a 4 años de edad, producto de degeneración y posterior necrosis de ciertas porciones del epitelio seminífero.

Mediastino testicular

El mediastino es una estructura fácilmente observable durante el examen ecográfico del escroto en toros normales (Fig. 2b). Está centralmente localizado recorriendo longitudinalmente y de forma relativamente rectilínea aproximadamente tres cuartas partes del eje mayor de la gónada. Su apariencia es inconfundible dado su aspecto híper ecoico. En toros satisfactorios al examen andrológico su diámetro a nivel del tercio medio de la gónada es de 4.1 ± 1.0 mm, indistintamente del testículo en que sea medido.

Epidídimo

El epidídimo normal se caracteriza por presentar una cabeza con márgenes híper ecoicos y forma triangular-

elongada, con una apariencia interior hipo-ecoica homogénea en relación al parénquima (Fig. 3a). Se localiza en el polo dorsal o anterior latero-cranalmente y presenta un grosor que varía entre 12.2 ± 4.9 y 10.9 ± 3.0 mm para el testículo izquierdo y derecho respectivamente ($p > 0.05$). El cuerpo (Fig. 3b) se localiza en la superficie medial de la gónada siendo necesario para su visualización elevar el testículo contra lateral y eliminar la presencia de pliegues en la piel escrotal presionando con firmeza la gónada hasta el fondo del saco escrotal. Se muestra como una estructura elongada y tubular con un rango de diámetro entre 2.5 a 2.9 ± 0.8 mm. Su apariencia es hipo ecoica homogénea en comparación con el parénquima y posee márgenes híper ecoicos que lo delimitan. La cola posee una forma oval achatada con una ecogenicidad heterogénea hipo-ecoica en comparación con el parénquima (Fig. 3c) (Pechman & Eilts, 1987; Khalid et al., 2010; Chacón et al., 2012a). La totalidad de la cola del epidídimo en general es difícil de observar durante el examen ecográfico dada su forma y localización en el polo ventral del testículo, lo cual produce un espacio muerto que a menudo dificulta la observación de este órgano, lo cual obliga al operador a posicionar continuamente el transductor sobre esta zona con el fin de obtener una vista lo más clara posible (Chacón et al, 2012a).

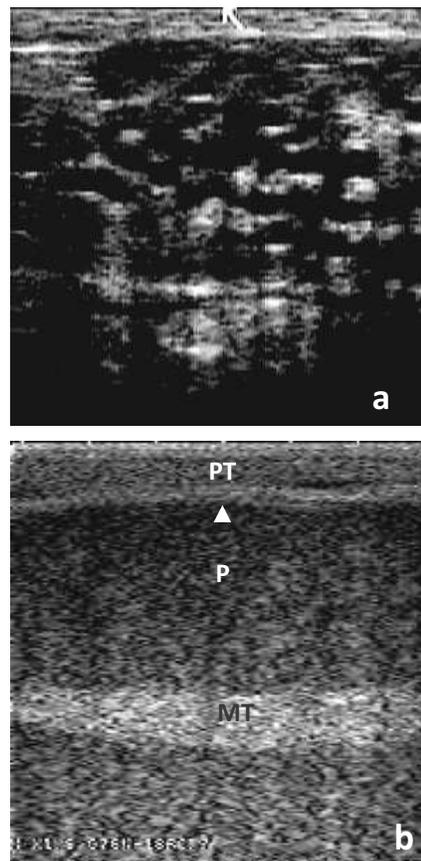


Fig. 2a-b: Apariencia ultrasonográfica normal de la región del cuello (a) y saco escrotal (b). Note en (a) el aspecto hipo-ecoico típico del plexo pampiniforme compuesto por la arteria y vena testicular. La apariencia ecográfica de la pared (PT), cápsula (flecha), parénquima (P) y mediastino testicular (MT) es mostrada en (b) (Transductor 5.0 MHz ubicado longitudinalmente en la superficie posterior del escroto).

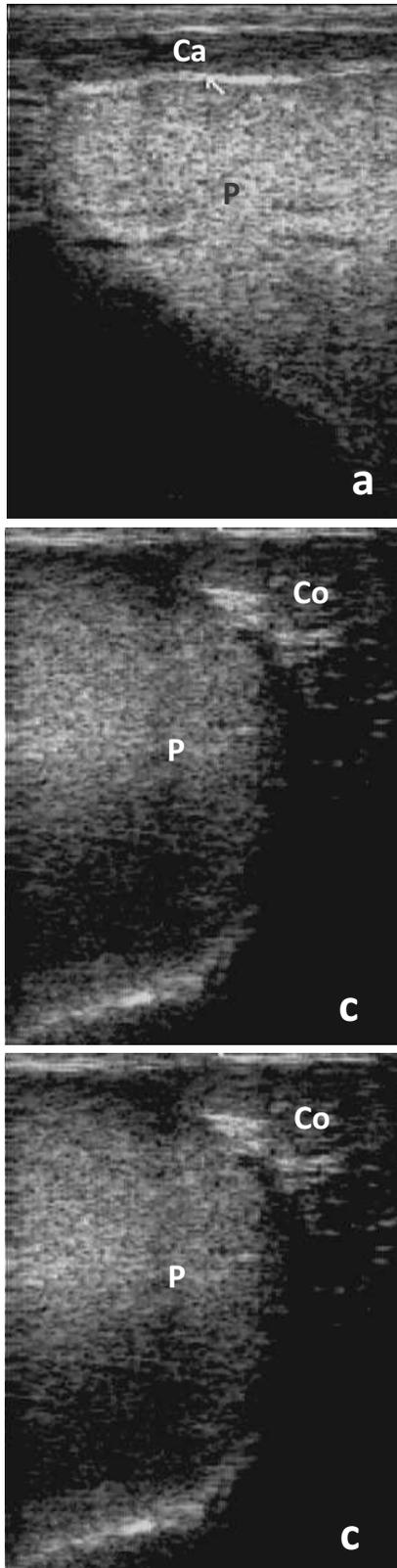


Fig. 3a-c: Apariencia ultrasonográfica normal del epidídimo. Note la apariencia hipo-ecoica y la forma elongada delimitada por márgenes híper ecoicos de la cabeza (Ca). El cuerpo (Cu), es visible ubicando la sonda en posición longitudinal medial, mostrando una forma tubular, elongada y marcadamente hipo-ecoica. 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 ecogenidad (Transductor 5 MHz ubicado longitudinalmente en la superficie posterior del escroto).

HALLAZGOS AL EXAMEN ECOGRÁFICO EN TOROS MANEJADOS BAJO CONDICIONES EXTENSIVAS.

En un reciente estudio basado en la evaluación andrológica (BSE) y examen ecográfico del contenido escrotal en 301 toros bajo condiciones de monta natural y manejo extensivo en Costa Rica, se estudió la prevalencia de alteraciones encontradas y su relación con ciertas variables clínicas reproductivas obtenidas durante el BSE (Chacón et al., 2012b; Víquez, 2013).

Del total de toros examinados, 40.5% (n=122/301) mostró una apariencia ultrasonográfica normal del contenido escrotal la cual no varió indistintamente del testículo izquierdo o derecho. El restante 59.5% (n=179/301) de los reproductores presentó algún grado de desviación en la apariencia ecográfica descrita como normal en el apartado anterior. En este grupo, el hallazgo más común fue la presencia de focos híper ecoicos 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 áreas híper ecoicas presumiblemente de origen fibrótico y/o mineralización (55.2%; n=32/58), dilatación de vasos superficiales (29.3%; n=17/58), cavidad vaginal dilatada por acumulo de líquido (8.6%; n=5/58), dilataciones a nivel del mediastino (3.4%; n=2/58), cabeza (1.7%; n=1/58) y cola del epidídimo (1.7%; n=1/58).

Al analizar la posible relación entre los hallazgos al examen ecográfico del contenido escrotal y algunas variables obtenidas del examen andrológico, se encontró que los toros *Bos taurus* presentaron una mayor prevalencia de alteraciones al examen ultrasonográfico (85.2%; n=52/61) comparados con *Bos indicus* (55.4%; n=93/168) y cruces (47.2%; n=34/72) ($p < 0.01$). Por el contrario, el diámetro promedio de la cápsula y mediastino testicular no mostró diferencias con respecto a la especie ($p > 0.05$). La elevada sensibilidad a las condiciones climáticas adversas presentes en el trópico para los *Bos taurus* podría explicar su mayor prevalencia de alteraciones a nivel del parénquima testicular diagnosticadas durante la ecografía. Dicho hallazgo a su vez coincide con la mayor prevalencia de casos de degeneración testicular reportada para esta especie en condiciones tropicales (Chacón, et al., 1999a)

De manera similar, 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) ($p < 0.01$). Este hallazgo es consecuente con los cambios degenerativos que se producen por senilidad en el parénquima testicular, los cuales conducen a una sustitución fibrótica y mineralización paulatina de este tejido en (Kumi-Diaka et al., 1981, Chacón et al., 1999b, Britto et al., 2002; Khalid et al., 2011). Estos cambios sin embargo, no llevan per se necesariamente a una disminución de la fertilidad del macho siendo necesario la evaluación completa del semental con el fin de llegar a un diagnóstico objetivo.



Toros con escroto largo (aquellos cuyo extremo inferior del escroto sobrepasa la línea de la articulación tarsal) presentaron más frecuentemente alteraciones al examen ecográfico comparados contra toros de escroto corto y normal (96.6%, n=29/30; 68.4%, n=13/19 y 54.7%, n=138/252) respectivamente ($p < 0.05$). 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 respectivamente, $p < 0.05$). Por el contrario, el diámetro promedio de la cápsula testicular no varió significativamente de acuerdo al largo escrotal de los toros. 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; 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. 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.

De manera similar, el porcentaje de toros con alteraciones ecográficas en el contenido escrotal fue mayor en toros con consistencia testicular (CT) aumentada (85.7%; n=36/42) y suave (62.2%; n=28/45) comparados contra toros de consistencia normal (53.7%; n=115/214) ($p < 0.05$). El diámetro de la cápsula y el mediastino no varió significativamente de acuerdo a la CT de los toros examinados ($p > 0.05$).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la apariencia ecográfica con respecto a la circunferencia escrotal (CE), así como tampoco por ende diferencias para el diámetro de la cápsula y mediastino testicular. Lo anterior puede deberse a que la mayoría de los toros (96.7%; n=291/301) presentaron una CE adecuada para su edad y raza. De igual manera, no se encontró relación entre el porcentaje de toros con características anormales al examen ecográfico y la clasificación andrológica de los reproductores al BSE. Esta ausencia de asociación puede deberse al hecho de que toros afectados por un cuadro de degeneración testicular aguda pueden mostrar al momento del examen una apariencia ecográfica normal de su contenido escrotal a

pesar de ser clasificados como insatisfactorios al BSE debido a alteraciones en el espermiograma. Además, la presencia de focos hiperecoicos en el parénquima parece ser un hallazgo común en toros clasificados como satisfactorios al BSE (58.2%; n=103/177) sin que este factor se vea reflejado al momento del examen en una disminución de su calidad seminal.

Conclusiones

A pesar de que la evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal no está considerada en la actualidad como un procedimiento clínico-diagnóstico dentro del examen andrológico del toro, es una técnica que permite la detección de alteraciones "gruesas" en el parénquima testicular y tejidos vecinos lo cual brinda facilidades al operador para emitir un diagnóstico y sobre todo un pronóstico reproductivo del semental más objetivo. Ejemplo de esta afirmación son aquellos toros que son evaluados periódicamente, en los cuales permite seguir la evolución de los cambios patológicos diagnosticados con anterioridad, facilitando de esta forma al operador el emitir un criterio más certero sobre una posible afectación de la fertilidad potencial del toro.

La ausencia de relación estadística reportada entre los hallazgos obtenidos durante el examen ultrasonográfico del contenido escrotal y la clasificación andrológica de los sementales, puede ser debida al hecho de que toros con degeneración aguda pueden mostrar alteraciones en su espermiograma sin presentar aún cambios en la apariencia ecográfica. Asimismo, la presencia de focos hiper ecoicos en el parénquima testicular de toros manejados extensivamente bajo condiciones tropicales, parece ser un hallazgo normal en sementales clasificados andrológicamente como satisfactorios y por ende sin alteraciones en su espermiograma.

Por lo anterior, la ultrasonografía es una herramienta 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 los cuales son difíciles de detectar por medios convencionales durante el examen clínico del semental.

Referencias bibliográficas

- Britto, L., A. Silva, L. Rodrigues, F. Viera, 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.
- 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. 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 21º 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 8º International Ruminant Reproduction Symposium.* Sept. 3-7. University of Missouri. Alaska, USA.
- Chacón, J., Navarro, L., Vargas, B. & Víquez, C. 2012a. Ultrasonography of the scrotal contents in sound for breeding zebu bulls extensively reared in Costa Rica. *Repr Dom Anim.* Vol. 47, Supplement 4: 519.
- Chacón, J., Navarro, L., Vargas, B. & Víquez, C. 2012b. Echographic assessment of scrotal contents in extensively reared bulls. *Repr Dom Anim.* Vol. 47, Supplement 4: 520.
- DesCôteaux, L., Gnemmi, G. & 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 ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. *Theriogenology.* 46: 345-357.
- 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.
- Herzog, K. & Bollwein, H. 2007. Application of doppler ultrasonography in cattle reproduction. *Reprod Dom Anim.* 42: 51–58.
- 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. Nagarathnam & J.S. Rwuuan. 1981. Seasonal and age-related changes in semen quality and testicular morphology of bulls in a tropical environment. *Vet Rec.* 108: 13-15.
- 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.
- Víquez, C. 2013. Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal durante la evaluación andrológica en toros manejados extensivamente en Costa Rica. Tesis licenciatura. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional (UNA), Heredia-Costa Rica: 1-29.