2

Ecografía testicular en alpacas y llamas

Ahmed Tibary y Agustín Ruiz

Servicio de Teriogenología Comparativa, Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias.
Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Estatal de Washington, Pullman, WA, EE. UU.
E-mail: tibary@wsu.edu

Abstract

A technique of ultrasonographic evaluation of the scrotum and its content is described. Ultrasonographic features of the normal and abnormal testicular parenchyma are presented based on cases seen in a clinical setting by the authors. This technique allows identification of lesions such as degenerative changes, rete testis cysts and epididymis cysts that may be missed with palpation alone. The use of ultrasonography to locate cryptorchid testis is described. Ultrasonographic evaluation of the scrotum and its content should be part of any evaluation of breeding males. New techniques such as Doppler ultrasound and computer-assisted ultrasound image analysis are briefly presents.

Keywords: Male, infertility, testicular pathology, abnormality.

Resumen

Se describe una técnica de evaluación ecográfica del escroto y su contenido. Las características ecográficas del parénquima testicular normal y anormal se presentan en base a los casos observados en un entorno clínico por los autores. Esta técnica permite la identificación de lesiones tales como cambios degenerativos, quistes de rete testis y quistes de epidídimo que pueden pasarse por alto con la palpación. Se describe el uso de la ultrasonografía para localizar el testículo de la criptorquia. La evaluación ecográfica del escroto y su contenido debe ser parte de cualquier evaluación de machos reproductores. Nuevas técnicas como el ultrasonido Doppler y el análisis de imágenes por ultrasonido asistido por computadora se presentan brevemente.

Palabras clave: Macho, infertilidad, patología testicular, anormalidad.

Introducción

La ultrasonografía es sin duda el método de examen más valioso en la práctica reproductiva. Esta técnica no invasiva debe dominarse para proporcionar servicios

clínicos de vanguardia para el manejo reproductivo y el diagnóstico de la infertilidad en el macho. El examen ecográfico del escroto y su contenido es un paso obligatorio en cualquier examen de sanidad reproductiva masculina porque algunas lesiones testiculares no pueden detectarse por palpación (Campbell y Tibary, 2017; Pearson y Tibary, 2014; Tibary y Vaughan, 2006; Tibary, 2009). La ultrasonografía está indicada en casos de gran asimetría de tamaño testicular, agrandamiento escrotal súbito o disminución del tamaño. Aunque este artículo se limitará a la discusión de la ecografía testicular, la técnica también se puede utilizar para la evaluación de las glándulas sexuales accesorias, el pene y el prepucio. El objetivo es describir la técnica de imagen por ultrasonido en la llama y alpaca macho (camélidos sudamericanos o CS) con una ilustración exhaustiva de los ultrasonogramas normales y anormales para ayudar al lector a interpretar los hallazgos.

1. Equipo.

Un equipo de ultrasonido multipropósito que permite el uso de la ultrasonografía de modo real B, así como una configuración de selección de transductor lineal es suficiente para los exámenes de rutina. Las técnicas de Doppler y/o power color a veces son útiles para la caracterización del flujo sanguíneo en los testículos. El transductor más común utilizado en la evaluación reproductiva de CS es un transductor lineal que varía en frecuencia de 5 a 8 MHz (Tibary, 2001). Los transductores convexos tienen una disposición estrecha de los elementos que envían un haz focal que se extiende en un ángulo y produce un campo de examen en forma de torta. Estos transductores son ideales para la evaluación transabdominal e inguinal en caso de criptorquidismo (Pearson et al., 2014).

2. Evaluación ultrasonográfica en modo B del escroto

El examen de ultrasonido en el CS en el macho se refiere principalmente a la obtención de imágenes del contenido

escrotal. También es más preciso para la medición del tamaño testicular en comparación con la medición con calibre. Aunque no se realiza rutinariamente, la evaluación por ultrasonido transrectal de los genitales internos puede estar indicada en algunos casos (por ejemplo, evaluación del glándula sexual accesorio, testículo retenido en el abdomen). Por vía cutánea, la ecografía transabdominal está principalmente indicada para la localización de los testículos retenidos.

2.1.1 Anatomía y ecotextura normal.

El escroto en camélidos no es péndulo, excepto en machos avanzados en edad. Está situado en lo alto de la región perineal a nivel del arco isquiático (Figura 1). Los testículos son ovoides y relativamente pequeños en comparación con otros animales domésticos y se dirigen caudodorsalmente (Figura 2). Los testículos están normalmente presentes en el escroto al nacer, pero por lo general son suaves y difíciles de palpar. La temporada del año no parece afectar el tamaño de los testículos y el escroto en llamas y alpacas. Sin embargo, en la vicuña, el tamaño testicular es mayor en verano que en invierno (Tibary y Vaughan, 2006).

En llamas adultas, la longitud, el ancho y la profundidad son de 5-7 cm, 2.5-3.5 cm y 3-4 cm, respectivamente. En la alpaca adulta, la longitud y el ancho de los testículos son de 4-5 cm y 2.5-3 cm, respectivamente. En la vicuña, la longitud y el ancho son respectivamente de 3,3 y 1,69 cm en verano y de 2,64 y 1,50 cm en invierno (Tibary y Vaughan, 2006). El epidídimo se extiende a lo largo del borde dorsal del testículo con la cabeza curvada alrededor del polo craneal del testículo (Figura 3). Se adhiere a la superficie craneal y a ambas extremidades de los testículos respectivos, lo que permite que el cuerpo epidídimo forme un seno con los testículos situados externamente. En las llamas, las tres partes del epidídimo se pueden palpar, sin embargo, en la mayoría de los casos, solo la cola pequeña del epidídimo es fácilmente palpable dorsal al testículo (Tibary y Vaughan, 2006).

El examen ecográfico del escroto y su contenido se puede realizar en el animal sujeto de pie o sentado en posición

esternal (Figura 3). Puede ser necesaria la sedación (Butorfanol 0.1 mg / kg, IM o Xylazina 0.4 mg / kg IM o una combinación de butorfanol 0.1 mg / kg y Xylazina 0.05-0.1 mg / kg IM) dependiendo del temperamento del animal y el nivel de dolor en caso de lesiones escrotal / testicular. En algunos casos, puede ser necesaria una sedación profunda o anestesia (Xylazine 0,025-0,03 mg / kg IV seguida de Ketamina 1,1 mg / kg IV) y se examina el escroto con el animal acostado de lado. Nuestro método preferido para la anestesia inyectable es la administración intramuscular de una combinación de Xylazina (0.3 mg / kg), tartrato de Butorfanol (0.1 mg / kg) y Ketamina (3 mg / kg). Para facilitar el examen, la cola se envuelve y se desvía fuera del campo de examen (Figura 4). El recorte de la fibra escrotal a menudo no es necesario. El área debe limpiarse con alcohol y se debe aplicar una capa de gel de acoplamiento para ultrasonido. El buen contacto puede ser difícil a veces debido al cuello corto del escroto y al pequeño tamaño de los testículos en estas especies. El uso de una almohadilla aislante puede estar indicada para aumentar el contacto. El examen comienza con el cordón espermático, luego cada testículo se escanea separado en su aspecto longitudinal y de sección transversal (Figuras 5, 6). El epidídimo no se visualiza fácilmente debido a su pequeño tamaño, excepto cuando hay una lesión (Figura 7).

El cordón espermático se identifica fácilmente con la tortuosa arteria testicular que viaja junto al plexo pampiniforme hacia el aspecto craneal del testículo (Figura 6). El parénquima testicular es homogéneo con ecogenicidad media (Figura 8). El mediastino testicular, una red fibrosa compuesta por la rete testis (conductos colectores de los túbulos rectos de los túbulos seminíferos), aparece como un área ecogénica en el centro del testículo. Las medidas testiculares (longitud y ancho) mediante imágenes ecográficas están altamente correlacionadas con el volumen y el peso testicular ($r = 0,98$) (Bott et al., 2008). En el futuro, el uso de la ultrasonografía tridimensional puede aumentar la precisión de la predicción del volumen testicular y podría ser una gran herramienta para predecir el potencial de producción de espermatozoides (Pricking et al., 2017).

Figura 1. Regional anatomy of the male reproductive organs in south American camelids. 1) vas deferens, 2) tail of the epididymis, 3) body of the epididymis, 4) testis, 5) spermatic cord, 6) head of the epididymis

Figura 2. Schematic drawing of reproductive tract in the male south American camelids. 1) rectum, 2) bulbourethral gland, 3) prostate, 4) testis, 5) spermatic cord, 6) sigmoid flexure, 7) penis within prepuce, 8) vas deferens, 9) testicular artery.

Figura 3. Anatomy of the right testicle (medial view): 1) pampiniform plexus of the spermatic cord, 2) testicular artery, 3) vas deferens, 4) body of the epididymis (corpus epididymis), 5) head of the epididymis (caput epididymis), 6) tail of the epididymis (cauda epididymis), 7) testis.

Figura 4. Restraint and examination of the scrotum in alpacas (left) and llamas (right).

Figura 5. Illustration of the direction of the scanning of the testis. a) Spermatic cord (refer to figure 6a-b); b) spermatic cord and head of the epididymis (refer to Figure 6d); c) spermatic cord and testis (refer to Figure 7); d) longitudinal scan of the testis (refer to Figure 8 a-b); e) transverse scan of the testis (refer to Figure 8d).

Figura 6. Ultrasonogram of the spermatic cord. a) Without Doppler, the testicular artery appears anechoic, b) –c) Doppler ultrasonography of the testicular artery as it courses toward the testicle (T), d) dorsal branch of the testicular artery at the level of the caput epididymis, e) ventral branch of the testicular artery, f) Doppler showing testicular perfusion.

Figura 7. Ultrasonogram of spermatic cord and the head of the epididymis (arrows) (T= testicle).

Figura 8. Normal ultrasonogram of the testis. A-b) longitudinal view, B) transverse view. Arrows indicated the hyperechoic mediastinum testis.

2.1.2. Anormalidades del contenido del escroto.

Las anomalías más comunes observadas son los cambios en la pared escrotal, la túnica vaginal, los cordones espermáticos, los testículos o el epidídimo (Pearson et al., 2014; Pearson y Tibary, 2014; Tibary, 2017). Se puede observar edema escrotal en casos de inflamación o estrés por calor. La anomalía más común de la túnica vaginal es hidrocele (Figura 9). Esta se caracteriza por la acumulación de líquido alrededor del testículo. Este líquido puede ser de origen peritoneal o linfático. Se debe a una producción excesiva de líquido o a un drenaje linfático comprometido. La hidrocele se encuentra a menudo en los machos bajo estrés por calor (meses calurosos de verano). Puede ser secundario a epidídimo-orquitis, torsión testicular (rara en un CS) y neoplasia testicular (Figura 10). El varicocele se puede identificar a nivel del cordón espermático.

Los cambios en la ecotextura testicular pueden ser de dos tipos, los que conciernen al parénquima testicular y los que se localizan en el mediastino testicular. El parénquima testicular pierde su aspecto homogéneo en presencia de lesiones localizadas como tumores o fibrosis. El aumento de la ecogenicidad generalmente se debe a cambios degenerativos y presencia de fibrosis (Figura 11). La degeneración testicular severa puede ir acompañada de una mineralización focal del parénquima testicular. Otros trastornos testiculares responsables de los cambios en la ecotextura del testículo incluyen hemorragia testicular, neoplasia (principalmente seminomas) y orquitis (Figura 12). Los cambios sutiles en la ecotextura testicular son más difíciles de detectar. Recientemente, se ha utilizado el análisis asistido por computadora de imágenes

ecográficas para definir mejor los cambios en la ecotextura (Bartlewski et al., 2017; Pozor et al., 2017). Sin embargo, dada la gran variación en los entornos donde se realiza el examen ecográfico, estas técnicas siguen siendo principalmente académicas. Aunque en algunas especies se ha establecido un cierto grado de correlación entre estos análisis y el desarrollo testicular, no está claro si la técnica puede ser útil como método no invasivo para el diagnóstico de cambios testiculares (Bartlewski et al., 2017; Dias et al. al., 2017; Pozor et al., 2017).

La anomalía más común observada a nivel del mediastino testicular son las lesiones quísticas de diversos tamaños (Sumar, 1983; Kutzler et al., 2006; Barrios et al., 2011; Pearson et al., 2014; Campbell y Tibary, 2017; Tibary, 2017). Los quistes de rete testis varían en tamaño desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros. Algunos de los quistes pueden presentarse como cavidades múltiples con parénquima normal en el medio. En algunos casos, la dilatación quística puede comunicarse con la cabeza del epidídimo a través de conductos de ramificación (Figura 13,14). En un estudio retrospectivo en nuestro servicio clínico, se diagnosticaron quistes de rete testis en el 18.5% de 173 machos examinados. El tamaño de los quistes varió de 4 mm a 45 mm (media $\pm$ DS; $13,3 \pm 1,3$) de longitud y de 2 mm a 28 mm (media $\pm$ DS; $6,5 \pm 0,8$) de ancho (Bott et al., 2010). La condición fue bilateral en 40.6% y unilateral en 59.4% de los casos. El líquido aspirado de estos quistes contenía espermatozoides inmaduros en el 44.4% de los casos. Los espermatozoides inmaduros se obtuvieron significativamente más a menudo de quistes más grandes que de los más pequeños. La actividad espermatogénica estaba presente en todos los testículos quísticos. Sin

embargo, la evaluación de los estadios de los túbulos seminíferos sugirió una escasa actividad espermatogénica en los testículos con quistes más grandes. En casos severos, los hallazgos más comunes fueron edema intersticial, vasos linfáticos agrandados y algunos túbulos degenerados. El lumen de la cola del epidídimo estaba completamente desprovista de espermatozoides en el 20% de los testículos afectados, lo que sugiere un bloqueo completo.

Los quistes epididimarios pueden localizarse en la cabeza o en la cola del epidídimo (Sumar, 1983; Gray et al., 2007; Pearson et al., 2014; Tibary, 2017). Estos quistes suelen ser pequeños (a menudo menos de 10 mm de diámetro) y bien circunscriptos (Figura 15). Los quistes epididimarios a menudo sugieren un bloqueo del lumen epididimal o de los conductos deferentes. Los quistes epididimarios grandes a menudo se deben a aplasia segmentaria. El también puede estar asociado con granuloma de esperma.

Figura 9. Scrotal Ultrasonogram in an alpaca showing a pronounced hydrocele (H) in a heat stress llama, Note the testis (T) "floating" within the anechoic fluid.

Figura 10. Ultrasonogram of llama testis showing a Hydrocele/pyocele associated with epididymo-orchitis. H= hydrocele/pyocele, T= testis, HE= head of the epididymis, TE= Tail of the epididymis

Figura 11. Ultrasonogram of alpaca testes showing various degree of degenerative changes and fibrosis. a) Small area of fibrosis (arrow), b) abnormal echotexture with area of fibrosis, c and d) severe fibrosis and testicular atrophy indicated by arrows, e) multiple areas of increased density corresponding to fibrous tissue.

Figura 12. Abnormal testicular ultrasonograms in alpacas: a-b) testicular hemorrhage, c-d) testicular neoplasia.

Figura 13. Abnormal testicular ultrasonography in an alpaca. Large rete testis cysts (a-c) with corresponding testis after castration (d).

Figura 14. Examples of rete testis cysts of various sizes in alpacas.

Figura 15. Ultrasonograms of epididymal epididymal cyst indicated by arrows: a) cauda epididymis cyst; b) head of the epididymis cysts and cystic rete testis; c) large cyst of the tail of the epididymis and cystic rete testis.

2.2. Evaluación ecográfica Doppler de los testículos.

La ecografía Doppler color se ha utilizado como método para evaluar la perfusión testicular en diferentes especies con diversos resultados (Pozor y McDonnell, 2004; Ortega-Ferrusola et al., 2014; Rota et al., 2014; Souza et al., 2015; Pozor et al., 2016; Ortiz-Rodríguez et al., 2017). Permite medir la velocidad del flujo sanguíneo durante la sístole y la diástole. Las medidas primarias tomadas a nivel de la arteria testicular son la velocidad sistólica máxima (VSM) y la velocidad diastólica final (VDF) (Figura 16). A partir de estos dos parámetros, los índices pueden calcularse para determinar la elasticidad de la arteria y los tejidos circundantes. Los principales índices son el índice resistivo ($IR = [VSM - VDF / VSM]$) y el índice de

pulsatilidad ($IP = [Velocidad\ máxima - Velocidad\ mínima] / Velocidad\ media$). Se ha demostrado que el IR disminuye cuando un proceso inflamatorio está presente y aumenta debido a procesos degenerativos (Ortiz-Rodríguez et al., 2017). Un pequeño estudio en llamas describió una velocidad sistólica pico significativamente más alta dentro de las arterias marginales en machos fértiles que en machos infértiles (Grimes et al., 2007). Aunque esta técnica es interesante desde el punto de vista de la investigación, presenta varios desafíos en su uso clínico. Lo más importante es que es extremadamente difícil de validar debido a las dificultades para restringir a los animales sin sedación y obtener imágenes repetibles exactamente en la misma posición.

2.3. Evaluación de animales criptórquidos.

La criptorquidia es relativamente común en alpacas y llamas (Sumar, 1983; Pearson y Tibary, 2014). La determinación de la posición de un testículo retenido es importante para la elección del abordaje quirúrgico para la criptorquidectomía. Además, el anorquismo se ha descrito en alpacas y se asocia con agenesia renal (ausencia de riñón) en el mismo lado. La determinación ecográfica de la ubicación de un testículo retenido en un animal criptórquido puede requerir sedación intensa o incluso anestesia general. Aunque se han informado

testículos ectópicos y generalmente se localizan por vía subcutánea en el área inguinal, el lado medial del miembro posterior o cerca del prepucio, todos los testículos de criptórquidos observados por los autores fueron abdominales (Figura 17). La ultrasonografía transabdominal del área inguinal puede permitir la visualización del testículo retenido (Figura 17). En alguna situación de trastornos de diferenciación sexual ambigua, los testículos pueden ser observados por ultrasonografía transrectal.

Figura 16. Example of a Doppler ultrasonography study of an alpaca testicle.

Figura 17. Transrectal (a and b) and transabdominal (c) ultrasonographic localization of the retained testis in cryptorchid alpacas. Abdominal cryptorchid testis identified in image C during laparoscopic cryptorchidectomy. Arrow indicated the retained testis, UB= urinary bladder.

Conclusión

La ecografía escrotal / testicular debe realizarse en todos los machos presentados para el examen de sanidad reproductiva o en casos de apariencia anormal del escroto. Varias lesiones descritas en el presente documento no pueden ser detectadas por palpación sola. La modalidad más común para la ecografía testicular / escrotal es el modo B. Esta modalidad es suficiente para la investigación y documentación de lesiones testiculares y escrotales significativas. El análisis de imagen asistida por computadora se ha utilizado para refinar la interpretación de la ecotextura del testículo. Sin embargo, esta técnica todavía está en su infancia, particularmente en la práctica de los camélidos. La evaluación de la perfusión testicular mediante ultrasonografía Doppler aún no se ha investigado completamente en los camélidos. La ultrasonografía será aún más útil en la evaluación testicular a medida que avance la tecnología y se desarrollen nuevos algoritmos para la interpretación de imágenes.

Referencias

- Barrios, S.W., Chavera, C.A., Huamán, U.H., Huanca LW. 2011. Alteraciones anatomopatológicas testiculares en alpacas (*Vicugna pacos*) sacrificadas en Nuñoa, Puno. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP). 22, 223-232.
- Bartlewski, P.M., Giffin, J.L., Oluwole, O.A., Hahnel, A.C. 2017. Posibles predictores ultrasonográficos y endocrinos del inicio espermatogénico en corderos. Anim Reprod Sci. 179, 44-48.
- Bott I, Pearson LK, Rodríguez JS, Sandoval S, Kasimanickam R.K., Sumar, J., Tibary, A., 2010. Prevalencia y características patológicas de los quistes de Rete Testis en alpacas (*Vicugna pacos*). Clinical Theriogenology 2, 395.
- Bott, N.I., Rodríguez, J., Sandoval, S., Tibary, A., 2008. Relación entre mediciones testiculares con pinzas o ultrasonografía con peso testicular en alpacas (*Vicugna pacos*). Theriogenology 70, 576-576.
- Campbell, A.J., Tibary, A., 2017. Infertilidad de camélidos hembra y macho. Clinical Theriogenology 9, 311-319.
- Dias, W., Faria, FJC, Fernandes, CAC, Sampaio, BFB, Santos, MD, Rodrigues, Banco Mundial, Silva,

- JCB, Costa, DS, 2017. La ecotextura testicular no es un método viable para evaluar indirectamente los parámetros espermatogénicos en toros Nelore. *Austral J Vet Sci* 49, 45-51.
- Gray, G.A., Dascanio, J. J., Kasimanickam, R., Sponenberg, D.P., 2007. Quistes epididimarios bilaterales en un macho de alpaca utilizado para la cría. *Canadian Veterinary Journal* 48, 741-744.
 - Grimes, M., Kutzler, M., Tyson, R., Timm, K., 2007. Determinación del flujo sanguíneo testicular en llamas usando ultrasonido vascular de flujo de color y Doppler. *Theriogenology* 68, 493-494.
 - Kutzler, M.A., Shoemaker, M., Valentine, B.A., Bildfell, R.J., Tornquist, S.J., 2006. Rete testis quístico bilateral en una alpaca (*Lama pacos*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 18, 303-306.
 - Ortega-Ferrusola, C., Gracia-Calvo, L.A., Ezquerro, J., Peña, F.J., 2014. Uso de color y Doppler espectral Ultrasonografía en reproducción de sementales. *Reprod Domest Anim* 49, 88-96.
 - Ortiz-Rodríguez, JM, Anel-López, L., Martín-Muñoz, P., Álvarez, M., Gaitskell-Phillips, G., Anel, L., Rodríguez-Medina, P., Peña, FJ, Ferrusola, CO, 2017. Ecografía por pulso Doppler como herramienta para el diagnóstico de la disfunción testicular crónica en sementales. *Plos One* 12.
 - Pearson, L.K., Rodríguez, J.S., Tibary, A., 2014. Capítulo 19: Infertilidad y subfertilidad en el camélido hembra, pp. 194-216.
 - Pearson, L.K., Tibary, A., 2014. Trastornos reproductivos de los camélidos machos. *Clinical Theriogenology* 6, 571-577.
 - Pozor, M., Morrissey, H., Albanese, V., Khouzam, N., Deriberprey, A., Macpherson, M.L., Kelleman, A.A., 2017. Relación entre las características ecotexturales e histomorfométricas de los testículos de sementales. *Theriogenology* 99, 134-145.
 - Pozor, M.A., McDonnell, S.M., 2004. Evaluación por ultrasonido Doppler color del flujo sanguíneo testicular en sementales. *Theriogenology* 61, 799-810.
 - Pozor, M.A., Zambrano, G.L., Runcan, E.E., Kelleman, A.A., Macpherson, M.L., 2016. Secuelas ecográficas y morfológicas de biopsias testiculares repetidas en sementales en relación con la ramificación lateral de la arteria testicular. *Equine Vet Educ* 28, 696-704.
 - Pricking, S., Bollwein, H., Spilker, K., Martinsson, G., Schweizer, A., Thomas, S., Oldenhof, H., Sieme, H., 2017. Volumen testicular y predicción de la producción diaria de esperma en sementales por orquidometría y ecografía bidimensional y tridimensional. *Theriogenology* 104, 149-155.
 - Rota, A., Salerno, A., Sabatini, C., Vannozzi, I., Panzani, D., Camillo, F., 2014. Evaluación de la perfusión testicular mediante ecografía Doppler de flujo en sementales jóvenes y viejos. *Reprod Domest Anim* 49, 45-45.
 - Souza, MBd, Inglaterra, GCW, Mota Filho, AC, Ackermann, CL, Sousa, CVS, Carvalho, GGd, Silva, HVR, Pinto, JN, Linhares, JCS, Oba, E., Silva, LDMd, 2015. Calidad del semen, ultrasonido testicular modo B y Doppler, y concentraciones séricas de testosterona en perros con infertilidad establecida. *Theriogenology* 84, 805-810.
 - Sumar, J., 1983. Estudios sobre patología reproductiva en alpacas, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Ciencias Agrícolas, Uppsala, p. 90pp.
 - Tibary, A., 2001. Ecografía testicular y biopsia en pequeños rumiantes y llamas, Actas de la Conferencia Anual de la Sociedad de Theriogenología, Vancouver, BC, Canadá, 12-15 de septiembre de 2001, pp. 369-378.
 - Tibary, A., 2009. Ultrasonografía del tracto genital en los camélidos, en: Haskell, S.R.R. (Ed.), Consulta veterinaria de cinco minutos de Blackwell, rumiantes, Wiley-Blackwell Press, Ames, Iowa, pp. CDROM (material complementario), páginas 392-395.
 - Tibary, A., 2017. Trastornos testiculares en los camélidos, en: Chase C, L.K., McKenzie E, Tibary A (Ed.), Consulta veterinaria de cinco minutos de Blackwell: Rumiantes, págs. 792-793.
 - Tibary, A., Vaughan, J., 2006. Fisiología reproductiva e infertilidad en camélidos sudamericanos machos: una revisión y observaciones clínicas. *Small Ruminant Res* 61, 283-298.