

# ULTRASONOGRAFÍA APLICADA A LA ANDROLOGÍA EN BOVINOS

Lozano Vargas Luis Manuel <sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Estudiante Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia  
Villavicencio-Meta



## Resumen

El artículo describe y evalúa la ultrasonografía del aparato reproductor en bovinos, su objetivo permite conocer e identificar los protocolos o variables para medir parámetros reproductivos de interés en su manejo, si se tiene en cuenta factores relevantes tales como: raza, alimentación, manejo, sanidad y condiciones de suelo y clima. Así mismo, identifica las condiciones fisiológicas del aparato reproductor, y la detección distintas patologías en los testículos o eficiencia reproductiva como factores determinantes para obtener mayor productividad. También se tienen en cuenta, los principios básicos de la ultrasonografía (ultrasonido, onda sonora, onda y sus características).

*Palabras clave:* evaluación, ultrasonografía, aparato reproductor, toro, andrología.

## Abstract

The article describes and evaluates the ultrasonography of the reproductive system in bovines, its objective allows to know and identify the protocols or variables to measure reproductive parameters of interest in its management, if we take into account relevant factors such as: breed, feeding, management, health and soil and climate conditions. Likewise, the physiological conditions of the reproductive system, such as determining different pathologies in the testicles or reproductive efficiency as determining factors to obtain greater productivity. That is, to identify the most important reproductive parameters used in cattle and their relationship with external factors. Know the benefit generated by the interpretation and analysis of data on reproductive parameters. The basic principles of ultrasonography (ultrasound, sound wave, wave and its characteristics) are also taken into account.

*Keywords:* evaluation, ultrasonography, reproductive system, bull, andrology.

## **Introducción**

A continuación, se enmarcan bases teóricas, variables y parámetros que identifican la aplicación de la ultrasonografía testicular y transrectal al estudio de las diferentes patologías presentes en el aparato reproductor del macho y así buscar definir su habilidad reproductiva. La información adquirida con imágenes de ultrasonido, clarifica en gran parte la naturaleza del proceso reproductivo en los bovinos. La capacidad de recolección de información del ultrasonido supera a de la palpación rectal (Ginther, 1995).

La detección de patologías testiculares en el toro se dificulta por medio de semiología, y por tal razón, se requieren de herramientas como la ultrasonografía que permiten identificar problemas puntuales. El empleo de la ecografía en el diagnóstico patológico comenzó a extenderse clínicamente a partir de 1960, demostrando eficacia en la diferenciación del origen intra o extra testicular de las lesiones (Taurus, 2000).

La ultrasonografía permitió descubrir importantes aspectos para la reproducción animal, que ocurren durante el ciclo estral como la dinámica folicular. Este mayor conocimiento fue aplicado en programas de sincronización de celos e inseminación artificial y en esquemas de superovulación, transferencia de embriones y aspiración de folículos para fertilización in vitro. Mediante el uso de un ecógrafo es posible determinar con mayor eficacia el momento óptimo de comienzo de los tratamientos para obtener la mayor cantidad posible de embriones viables (Bo y Caccia 2000).

En general, los técnicos y futuras aplicaciones de ultrasonido tienen un inmenso potencial para estimular el manejo reproductivo, debido a que estos equipos son cada vez más portátiles y económicos.

## Aspectos referenciales

Vera (2014) señala la evaluación clínica del aparato reproductor macho en bovinos se realiza mediante métodos que evalúan tanto el estado morfológico como el fisiológico brindando datos que proporcionan el fundamento para el diagnóstico correspondiente. Esto junto al análisis del espermograma brinda datos considerables, aunque resulta dificultoso diagnosticar nosológicamente alteraciones y/o afecciones que el toro padezca y curse de manera subclínica. El ultrasonido produce datos útiles para el profesional como método de diagnóstico y además es un método no invasivo del aparato reproductor.

En la década del 80 surge la aplicación de ayudas diagnósticas, en particular la ultrasonografía en bovinos. Esto dio un gran aporte para el estudio y comprensión de la imagen anatomofisiológica de los lugares anatómicos a estudiar. En este proceso es de vital importancia el técnico que realiza el estudio, al coordinar la imagen con los movimientos, y al detectar las interferencias y modificarlas para un resultado correcto. Esto deriva que el operador debe poseer un conocimiento real de las estructuras morfológicas y de sus diferencias en las imágenes para describir normalidad o alguna patología existente (Bergfelt y Bo, 1995 y González y Herrera, 1992). La ultrasonografía al tracto genital del macho contribuye al examen clínico convencional preservicio. Esta permite evaluar alteraciones en testículos, plexo pampiniforme, glándulas vesiculares, próstata, glándulas bulbouretrales y uretra pelviana. La detección de lesiones testiculares tales como orquitis, fibrosis y calcificaciones en el parénquima testicular, quistes, hidroceles y hematoceles, hematomas, neoplasias como así también epididimitis y vesiculitis pueden contribuir a la reexaminación o eliminación de reproductores.

### **Evolución de la ultrasonografía en medicina veterinaria**

La ultrasonografía se usa desde 1950 por veterinarios en ganadería y en clínica para apoyarse en su diagnóstico (Palmer y Driancourt, 1980; Kassam *et al.*, 1987 y Taverne y Willemse, 1989). La ultrasonografía permite evaluar de forma no invasiva estructuras inaccesibles al ojo humano. En la década del 80 comenzó a masificarse en medicina veterinaria y en 1986 se vio la importancia de esta técnica en el estudio anatómico y patológico de las gónadas masculinas, constituyendo uno de los pasos más importantes en el estudio y comprensión de los eventos que ocurren en el organismo animal (González y Herrera, 1992; Pereyra *et al.*, 1993 y Pechman y Eilts, 1987).

La experiencia del Veterinario en la realización del método tiene una gran importancia para su uso adecuado (Eilts y Pechman, 1988). Una vez individualizado el órgano, se debe tener un conocimiento profundo de las estructuras anatómicas y de su representación ultrasonográfica normal, solo así se logra evaluar la existencia de patologías (Bergfelt y Bo, 1995; González y Herrera, 1992).

Los primeros ecógrafos fueron llamados “Modo A”, que presentaban los ecos ultrasonográficos que retornaban de los tejidos como picos en la pantalla del equipo. El modo A o de amplitud es el que se empleó inicialmente para distinguir entre estructuras quísticas y las sólidas. Hoy en día es poco empleado, salvo para comprobar los parámetros técnicos viendo la amplitud a distintas profundidades (Vera, 2014).

En 1968 el Modo A fue modificado al llamado “Modo B”. El Modo B es mostrado como una imagen bidimensional y consiste en una serie de puntos en la pantalla. El brillo de cada punto es determinado por la amplitud o fuerza de cada eco que regresa de su paso por los tejidos, mientras el tiempo que toma el eco en reflejarse al transductor determina la posición o localización del punto en la pantalla. Es la representación pictórica de los ecos y es la modalidad empleada en todos los equipos de ecografía en tiempo real. (Perkins, 2000; Boyd *et al.*, 1988; Boyd *et al.*, 1990 y Chaffaux *et al.*, 1982).

En 1984 se comenzó a utilizar en yeguas y más tarde en vacas, utilizando en ambas la vía transrectal, como una herramienta importante en el manejo, diagnóstico y tratamiento de los procesos reproductivos (Pierson y Ginther, 1984). Luego, gracias al desarrollo de su tecnología, se fue difundiendo su uso en especies como en cerdas, ovejas y cabras, siendo hoy un elemento diagnóstico en la mayoría de animales domésticos y el sexado fetal, al igual que en el área de investigación en reproducción animal (Kassam *et al.*, 1987; Taverne y Willemse, 1989; Reinders y Van Giessen, 1993; Ballenda, 2003).

También se desarrolló el “modo M” que permite explorar los movimientos de los tejidos, en especial el corazón bajo ecocardiografía, mediante la creación de una imagen unidimensional representada en un eje vertical respecto al tiempo en el eje horizontal. El también llamado Doppler además es una técnica adecuada en la evaluación de las enfermedades del sistema musculo-esquelético. El principio básico de este modo Doppler radica en la observación de cómo la frecuencia de un haz ultrasónico se altera cuando en su paso se encuentra con un objeto en movimiento. Para la ecografía Doppler el registro de la señal ecográfica se puede hacer por medio de la emisión de sonidos o un sistema dúplex (pantalla bidimensional y a tiempo real) (Giraldo, 2003).

Algunos equipos actuales poseen un software especial para realizar cálculos y conversiones (como en los utilizados en la medición de canales cárnicas) y otros anexos como impresoras, cámaras fotográficas o dispositivos de video. También existe la posibilidad de analizar el contraste de los tejidos por medio de la ecografía con flujo de color (Goddard, 2000).

### **Ultrasonografía del tracto reproductivo el toro (estructuras normales y patológicas):**

Resulta imposible lograr un criterio de salud definitivo o de certeza del aparato genital masculino a través de la palpación, pues existe una limitante para aquellas estructuras que por su tamaño reducido o su localización no son palpables (Cartee *et al.*, 1986 y González y Herrera, 1992). Las imágenes ultrasónicas transcutáneas han sido utilizadas para

caracterizar la morfología ecográfica de los testículos del porcino (Bergfelt y Bo, 1995), del ovino (Eilts y Pechman, 1988) y del bovino (Cartee *et al.*, 1986).

La ultrasonografía, de forma rutinaria o complementaria, siempre debe estar precedida, al menos, por una evaluación del buen estado de reproducción “Breeding Soundness Evaluation” (BSE), en la rutina BSE se toman principalmente las características seminales (calidad del semen), circunferencia escrotal y palpación testicular manual. 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 y Threlfall, 2007). Gnemmi y Maraboli (2007), señalan que a través del examen ultrasonográfico del aparato reproductor del toro es posible prevenir pérdidas reproductivas asociadas al factor macho.

La evaluación ultrasonográfica de las gónadas del toro como parte del examen andrológico permite comprender la integridad anatómica y funcional del individuo, a través de estudios de áreas específicas. El protocolo de estudio en una exploración de este tipo se sigue a través de un seguimiento metódico, la palpación, la medida del perímetro escrotal y la evaluación del semen, otorgando información importante para determinar la capacidad reproductiva (Monina *et al.*, 2000).

La ultrasonografía se usa para determinar el tamaño testicular, identificación de masas intratesticulares, evaluación de líquidos intraescrotales, epidídimo y cordón espermático. El uso ecografía transrectal permite examinar las glándulas genitales accesorias y el abdomen en busca de testículos intraabdominales. Dichos procesos se realizan luego de la toma de muestra seminal, cuando el macho es dócil (Brejov *et al.*, 2013; Bartolomé, 2014). Los efectos de la ultrasonografía sobre la capacidad reproductiva del toro (característica del semen, consistencia testicular y dimensiones) al exponer a 3 minutos de escaneo con un transductor de 5 MHz, evidenciaron que no se producen daños celulares (Griffing y Ginther, 1992). Muchos centros de inseminación artificial examinan ecográficamente a los toros antes y después de la pubertad (Bartolomé, 2014).

### **Ultrasonografía y fertilidad del toro**

La evaluación reproductiva permite diferenciar los toros con un potencial de fertilidad alto de aquellos claramente insatisfactorios, permitiendo la detección de los reproductores potencialmente ineficientes antes de ser enviados con las vacas, o antes de la comercialización de su semen (Chapwanya *et al.* 2008; Chacón *et al.*, 2009). El diagnóstico precoz y preciso de una anomalía disminuye las consecuencias negativas sobre la fertilidad futura del toro y las posibles pérdidas económicas (Bartolomé, 2014), donde la ultrasonografía en la evaluación de la fertilidad potencial de los toros, es desplazada por la atención en la hembra como elemento central en esta eficiencia reproductiva (Decuadro-Hansen 2015).



La fertilidad del reproductor, condición *sine qua non* para valorizar su potencial genético, es estimada a nivel de los centros de inseminación artificial para garantizar sus aptitudes durante su etapa productiva (Decuadro-Hansen, 2015). Por tal motivo se han desarrollado exámenes complementarios en el toro, basados en calidad seminal y examen ultrasonográfico forma parte de los protocolos más actualizados (Bartolomé, 2014). Su uso en el toro permite complementar el examen de rutina realizado durante el BSE, en particular a los toros a producir semen para: a) realizar el seguimiento del crecimiento genital de los toretes, b) definir el ingreso de los reproductores a un programa de producción de semen, c) definir patologías genitales. El seguimiento de los toros en fase prepuberal ha permitido constatar un aumento del parénquima testicular entre la semana 20 y 46 de edad (Chandolia *et al.*, 1997; Evans *et al.*, 1996).

Viquez (2013), muestra la apariencia ecográfica del escroto durante el BSE en 301 toros, donde los hallazgos normales o anormales, se asociaron con variables como edad, especie, largo escrotal, circunferencia testicular y clasificación andrológica. La apariencia ecográfica normal fue de 40.5%, y caracterizada por una capsula hiperecoica cápsula, un parénquima homogéneo con moderada ecogenicidad y un mediastino hiperecoico. La cavidad prepucial 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 hipoecoica homogénea con relación al parénquima, la cual se acentuó paulatinamente de la cabeza a la cola.

### **Ultrasonografía Escrotal**

Los reportes que correlacionan las características ecográficas del contenido escrotal con diferentes variables del examen andrológico en el toro son escasos. El examen ecográfico del contenido escrotal requiere contar con instalaciones adecuadas que faciliten el manejo conector de los animales y garanticen la seguridad del operador y el equipo (Griffin y Ginther, 1992; Blond y Buczinski, 2009). Estas condiciones son difíciles de encontrar en el trópico en donde además el 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). Entre 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. 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 y Lefebvre, 2009) (DesCôteaux *et al.*, 2010). Esta técnica, es apropiada para la evaluación de las afecciones testículo-escrotales del toro, brindando información acerca de la estructura testicular, que por otros medios no se puede conocer (Pechman y Eilts, 1986).

## **Examen ultrasonográfico testicular**

El examen ultrasonográfico de los órganos genitales externos permite analizar el testículo (longitudinalmente y transversalmente). Se realizan una sección transversal y una sagital. En la sección transversal, el eje principal de la sonda está perpendicular al eje mayor del testículo. La visión transversal permite revelar el espesor del testículo, el parénquima, las tunicas vaginales y el epidídimo, prácticamente se trata de empujar los dos testículos desde arriba hacia abajo, llevándolos hacia el fondo del escroto, a través de una ligera compresión en dorsal, a la altura de la base del cordón espermático. En la sección sagital, se realiza un movimiento idéntico al precedente, con la única diferencia en el posicionamiento de la sonda que se coloca con su eje mayor paralelo al eje principal del testículo. Este examen permite identificar el espesor y el largo del testículo, el parénquima testicular, las tunicas vaginales y el epidídimo (Gnemmi y Maraboli., 2007).

Una vez que ha sido establecida la apariencia ultrasonográfica normal de una estructura, el cambio en su arquitectura puede determinarse con facilidad por ecografía. Las estructuras anormales presentes, que no perturban la arquitectura pueden ser detectadas, aunque determinar su origen puede ser difícil. La localización de áreas para la biopsia se facilita mediante ecografía, al ser en tiempo real, se dirige la aguja hacia el foco de la lesión. El examen ultrasonográfico es indoloro y no invasivo y permite al clínico elegir o descartar otros test o aplicar la terapéutica más apropiada (Powe *et al.*, 1988).

El perímetro escrotal es un buen indicador de la masa testicular, sin embargo, mediante ultrasonografía se obtiene una evaluación más detallada de la forma, tamaño y estructura interna del testículo. La ultrasonografía se ha utilizado en diferentes especies como caprinos, ovinos y caninos para realizar una descripción anatómica más específica de los testículos (Monina *et al.*, 2000).

En la textura ecográfica es determinante la organización micro anatómica de los tejidos y los fluidos existentes en los órganos. Se puede determinar que entre más contenido de líquido exista, menos ecogénico es el tejido. Mientras transcurre el periodo de maduración sexual, los túbulos seminíferos obtienen un cambio en el contenido celular y al comienzo de la secreción de fluido aparece la luz en ellos. Al utilizar la ultrasonografía se puede caracterizar todos los cambios producidos en la etapa de maduración sexual (Evans *et al.*, 1996).

En ningún macho adulto (humano, cerdo, toro y perro) se ha encontrado relación entre imágenes ultrasonográficas y calidad seminal. En los estudios realizados los cambios en la ecoestructura del parénquima testicular en el toro fueron notables desde la semana 20 y la 40 de edad. El incremento de estos valores indican que la densidad testicular también aumenta (contenido de líquido decrece), este hallazgo es inesperado ya que durante la maduración sexual el desarrollo testicular va asociado con un incremento en la altura epitelial de los túbulos seminíferos y se espera que se incremente en lugar que disminuya el

fluido del tejido. El incremento en el valor de la eco estructura se explica mediante la expansión de los túbulos es soportada por células que reflejan las ondas acústicas, el desarrollo de superficies altamente reflectivas que impiden la penetración de las ondas y así da la apariencia de un tejido de mayor densidad. Mediante ultrasonografía testicular se evidenció que entre las semanas 20 y 40 de edad hay una correlación positiva entre el incremento de la ecogenicidad y el aumento del diámetro de los túbulos seminíferos y el acelerado crecimiento testicular. Igualmente, hay una relación positiva entre la apariencia de las células maduras de la espermatogénesis y el aumento de la ecogenicidad (Monina *et al.*, 2000).

Al inicio de la maduración testicular y la espermatogénesis actúa el incremento temprano de la LH con secreción elevada de FSH y continua esta acción hasta la pubertad. La producción de células más maduras durante espermatogénesis genera incremento en la secreción de testosterona. En toros en desarrollo se puede determinar su estado de madurez gonadal por medio de una ultrasonografía del parénquima testicular, siendo un método no invasivo (Evans *et al.*, 1996).

Estudios ecográficos testiculares durante el desarrollo sexual en toros, han aclarado la relación con la calidad del semen, la producción de esperma, y la histología testicular cuantitativa, toros de carne (n:152), entre 14-26 y 70-74 semanas, presentando incremento de la ecogenicidad testicular durante el desarrollo sexual, al igual que su asociación a la producción de espermatozoides, túbulos seminíferos y epitelio, y morfología espermática, considerándose un buen indicador del estado de la pubertad y madurez (Brito *et al.*, 2012).

Toros Holstein (n:6) se examinaron entre 3 y 24 meses de edad con intervalos de 3 meses, para circunferencia y longitud escrotal (cinta), para longitud anchura y profundidad testicular (calibre), para escroto (testículos y epidídimo, glándula bulbouretral, próstata y glándulas seminales) (ultrasonografía). La circunferencia escrotal, la longitud y las tres dimensiones de los testículos mostraron aumento no significativo con el avance de la edad. Al mismo tiempo, la anchura del testículo mostró relación positiva con la estimada por el calibrador, al igual que una relación positiva entre la amplitud testicular con las glándulas seminales (Abdel-Razek y Ali, 2005).



## Conclusiones

- La ultrasonografía es un método no invasivo que permite determinar normalidades y alteraciones en el aparato reproductor del toro.
- La ultrasonografía es importante para evaluar de manera detallada la forma, el tamaño y la estructura interna del testículo.
- La utilización de la ultrasonografía puede ser de vital importancia en el diagnóstico y pronóstico reproductivo del semental ya que permite detectar patologías internas.
- Por medio de la ultrasonografía se puede observar todos los cambios que ocurren durante la maduración sexual en el aparato reproductor del toro.
- Para tener un buen diagnóstico basado en la ultrasonografía es necesario tener un alto conocimiento de la conformación de cada uno de las partes que forman el aparato reproductor del toro.
- Al utilizar la ultrasonografía podemos observar el desarrollo testicular, próstata y glándulas seminales y así poder determinar el potencial reproductivo del toro en crecimiento.
- Es importante seguir desarrollando técnicas de evaluaciones que permitan identificar en forma temprana las patologías del aparato reproductor macho joven, para conocer cuál sería el futuro de un macho reproductor.
- La ultrasonografía, es un procedimiento rápido, seguro para el animal y permite visualizar la integridad de las diferentes estructuras, por lo que incrementa la objetividad del diagnóstico y pronóstico reproductivo del toro.

Universidad Cooperativa  
de Colombia

## Bibliografía

- Abdel-Razek, U, K, y Ali, A, (2005). Los cambios en el desarrollo de Bull (Bos taurus) Genitales como se evaluó por el calibrador y la ecografía. *Reprod Dom Anim*, 40, pp. 23-27.
- Bailey, T., Hudson, R., Powe, T., Riddell, M. Wolfe, D. y Carson, R. (1998). Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in uve. *Theriogenology*. 49, PP. 581-94.
- Ballenda Omar, G. (2003) *La ecografía aplicada a la reproducción en especies de interés productivo*. Montevideo: Uruguay. Disponible en: <http://www.ecografiavet.com>.
- Bergfelt, Don R.; Bo, Gabriel A. (1995) *Proceeding del III° Curso Argentino de Ultrasonografía Aplicada a la Reproducción Animal*. Córdoba : Argentina. Vol 1:4-6.
- Blond, L. y Buczinski, S. (2009). Basis of ultrasound imaging and the main artifacts in bovine medicine. *Vet Clin Food Anim*. 25, pp. 553-565.
- Bo, G. A. y Caccia, M. (2000). Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino. *Revista Taurus*, 2(5), pp. 23-39.
- Boyd, J.S.; Omran, S.N.; Ayliffe; T.R. (1990). Evaluation of real time B mode ultrasound scanning for detecting early pregnancy in cows. *Vet Rec* 127, pp. 350-352.
- Brejov, G. et al. (2013). *Semiología del aparato reproductor macho*. <http://www.fvet.uba.ar/areas/semiologia/2913/Reproductor-macho.pdf>
- Brito, L. F., Barth, D. A., Wilde, R. E. y Kastelic, J. P. (2012). la intensidad de píxeles testicular ecografía durante el desarrollo sexual y su relación con la calidad del semen, los espermatozoides producción, y la histología testicular cuantitativa en toros de carne. *Theriogenología* 78, pp. 69-76.
- Cartee, R.; Powe, T.; Gray, B.; Hudson, R.; Kuhlers, D. (1986) Ultrasonography Evaluation of Normal Boar Testicles. *Am. J. Vet/Res*. 47 (12), pp. 2543-2548.
- Chacón. J. (2009). *Manejo reproductivo y diagnóstico andrológico del toro en ganaderías extensivas del trópico centroamericano*. 21° Reunión Bienal de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Oct. 18-23. San Juan. Puerto Rico.
- Chaffaux, et al. (1982) Evolution de l'Image Échographique de produit de conception chez la vache. *Bull. Acad Vet Fr.*; 55, pp. 213-221.

- Chandolia, R., Honaramooz, A., Omeke, B., Pierson, R., Beard, A. y Rawlings, N. (1997). Assessment of development of the testes and accessory glands by ultrasonography in bull calves and associated endocrine changes. *Theriogenology*, 48, pp. 119-132.
- Chapwanya, A., Callanan, J., Larkm, H., Kecrian, L. y Vaughan, L. (2008). Breeding soundness evaluation of bulls by semen analysis, testicular fine needle aspiration cytology and transscrotal ultrasonography. *Irish Vet J*, 61, pp. 315-318.
- Decuadro-Hansen, G. (2015). Uso de la ultrasonografía testicular en la evaluación de la fertilidad potencial de los toros. Maskana, 1er Congreso Internacional de Producción Animal Especializada en Bovinos. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/viewFile/647/571>
- DesCôteaux, L., Gnerami, G. y Colloton, J. (2010). *Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography*. Primera edición. Blackwell Publishing. Iowa. USA.
- Eilts, B. y Pechman, R. 1988. B-Mode ultrasound observation of bull testes during breeding soundness examinations. *Theriogenology*. 30, pp. 1169—1175.
- Evans, A., Pierson, R., García, A., Me Dougall, L., Hindka, F. y Rawlings, N. (1996). Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beefbulls. *Theriogenology*. 46, pp. 345-357.
- Giraldo C 2003, *principios básicos de ultrasonografía veterinaria*. Revista MVZ Córdoba volumen 8.
- Gnemmi, G. y Maraboli, C.(2007). Ultrasonografía del aparato reproductor del macho: aplicaciones a campo. *Revista Raurus, Bs. As.*, 9(33), pp. 38-45.
- Gnemmi. G. y Lefebvre, R. (2009). Ultrasound imaging of the bull reproductive tract: an important field of expertise for veterinarians. *Vet Clin Food Anim* 25, pp. 767—779.
- Goddard, P. J. (2000). *Principios Generales. Ecografía Veterinaria*. Ed. Acribia.
- González de Bulnes López, A. y Herrera Gueva, M. (1992) *Control Ecográfico de los Rebaños Bovinos*. *Therios* 20(99), pp. 276—286.
- Grandin, T. (2007). *Livestock handling and transport*. Tercera edición. CAB International. Colorado. USA.
- Griffin. P. y Ginther, O. (1992). Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J Anim Sci*. 70, pp. 953-972.

- Herzog, K. y Bollwein, H. (2007). Application of doppler ultrasonography in cattle reproduction. *Reprod Dóm Anim.* 42, pp.51—58.
- Kassam, A. *et al.* (1987). Clinical and endocrine responses to embrionic and fetal death induced by manual rupture of the amniotic vesicle during early pregnancy in cows. *JAVMA.* 191, pp. :417–420.
- Kastelic, J. P. y Brito, L.F.C. (2012). Ultrasonography for monitoring reproductive function in the bull. *Reprod. Domest. Anim.*, 47(Suppl. 3), pp. 45-51.
- Kastelic, J. P. (2014). La comprensión y la evaluación de testículo bovino. *Theriogenology*, 81, pp. 18 – 23.
- Monina, M. I., Heritier, J. M., Della Croce, M. R., Galetti, E. J. R., Ierace, A. J. M., Juan, F.M., Olivares, M.D., Pechin, G., Rossetto, L., Vera, O. A., Verna, M., Véspoli Pucheu, M.V. (2000). Evaluación ultrasonográfica de las gónadas del toro. *Ciencia Veterinaria Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLPam-2000.*
- Palmer, E., y Driancourt, M. A. (1980). *Use of ultrasonic echography in equine gynecology.* *Theriogenology.* 13, p. 203–216.
- Pechman, R. y Eilts, B. (1987) *B Mode Ultrasonography of the Bull Testicle.* *Theriogenology*, 27(2), p. 431.
- Pechman. R. y Eilts, B. (1987). B-mode ultrasonography of the bull testicle. *Theriogenology.* 30, pp. 1169-1175.
- Pereyra, H.; Leiras, M.; Diego, R. (1993) *Ecografía Diagnóstica en Testículos Bovinos.* *Therios*, 22(108), pp. 196–205.
- Perkins, T. (2000) *Uso del ultrasonido en la clasificación de la canal y evaluación reproductiva.* Primer congreso nacional de la raza cebú. Revista El Cebú.
- Pierson, R. A. y Adams, G. P. (1995). Computer - Assisted Image Analysis, Diagnostic Ultrasonography and Ovulation Induction: Strange Bed Fellows. *Theriogenology.* 43, pp. 105 – 112.
- Powe, T. A. *et al.* (1988). B - Mode Ultrasonography of Testicular Pathology in the Bull. *Agri - Practice - Diagnosis.* 9, pp. 43 – 45
- Rault, P. (2008). *Examen échographique de l'appareil génital du taureau.* Recueil des Journées Nationales.
- Reinders, J.M.C., Van Giessen, R.C. (1993) *The accuracy and application of foetal sex determination by ultrasonography in cattle.* Proc. 9 th Scientific Meeting AETE, Lyon: Francia. 266.

- Ribadu, A. y Nakao, T. (1999). Bovine reproductive ultrasonography. *A review. J Reprod Develop.* 45, pp. 13-28.
- Taverne, M.A.M.; Willemse, A.H. (1989) *Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction.* Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht : Holanda.
- Vera, O. A. (2014). *Estudio Ultrasonográfico del Aparato Reproductor del Toro.* Especialización en gestión de la producción bovina de carne en la región semiárida central. Argentina: Universidad Nacional de la Pampa.
- Viquez Céspedes, C. (2013). *Hallazgos al examen ultrasonográfico del contenido escrotal durante la evaluación andrológica en toros manejados extensivamente en Puerto Rico.* Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional.
- Youngquist, R. y Threlfall, W. (2007). *Cuarent therapy in large animal theriogenology.* Segunda Edición. Saunders Elsevier. Missouri. USA.



Universidad Cooperativa  
de Colombia