

La ultrasonografía en la evaluación del aparato reproductor del toro

G. Gnemmi ⁽¹⁾ y C. Maraboli ⁽²⁾



Giovanni Gnemmi

Doctor en Medicina Veterinaria, egresado con Diploma de Honor de la Universidad de Milán, Italia, en 1993. Master en Ultrasonografía Bovina en 1994; Master en Cirugía Bovina en 1994 y Master en Medicina de Rodeo en 1995. Diplomado en el Colegio Europeo de Medicina de Rodeo Bovino en 1994.

Titular de la empresa

privada BovineVET. Desde 1993, trabaja en ultrasonografía bovina, incorporando esta herramienta en el manejo reproductivo del rodeo.

Los campos de interés del Dr. Gnemmi son el manejo reproductivo (diagnóstico ecográfico de muerte embrionaria, dinámica folicular, sincronización de ovulación y ultrasonografía uterina), medicina preventiva y educación continua del personal de establecimientos lecheros y veterinarios. En estas áreas, ha desarrollado una experiencia internacional, tanto como consultor de grandes establecimientos lecheros, como instructor en más de 200 cursos de formación en el mundo. Es autor de dos atlas de ultrasonografía reproductiva bovina (Le Point Veterinaire 2004, MEDCOM 2010 versión francesa, Blackwell 2011 Inglés versión). Tiene numerosas publicaciones en revistas especializadas y ha presentado cerca de 150 conferencias como invitado en las reuniones nacionales e internacionales.

giovanni.gnemmi@bovinevet.com

bovino, carnívero o lechero, en forma intensiva o extensiva ^(15, 17, 24). La infertilidad sigue siendo la principal causa de eliminación involuntaria en la cría de ganado ⁽²⁷⁾.

Se habla mucho, y con razón, de la infertilidad asociada al factor hembra: el síndrome de vaca repetidora en los EE.UU. cuesta entre 1 y 2 mil millones de dólares por año ⁽²⁴⁾. Desafortunadamente se habla muy poco sobre la importancia (determinante) que tiene el toro a este respecto, ya sea que se lo utilice para la producción de semen o en servicio natural.

El principal factor limitante en el manejo reproductivo moderno es sin duda la baja eficiencia en la detección de celo ^(13, 16), razón por la cual en los rodeos lecheros muchas veces se utiliza el servicio natural, que es un recurso habitual en los rodeos carníveros bovinos y bubalinos, por lo menos después de la primera IA (IATF).

La eficiencia reproductiva del toro es importante para las cabañas, por las consecuencias económicas en caso de fallas (aumento de los días abiertos); también en el caso de los toros utilizados para la producción de semen, una eficiencia reproductiva constante es esencial a fin de garantizar, por una parte, tasas de concepción buenas u óptimas, y por otro lado, para la recuperación de la inversión económica en el reproductor, sin duda importante.

La elección de un reproductor se realiza en primer lugar en base a un criterio genealógico (genómica y genética) y morfológico. La morfología es sin duda un aspecto muy considerado; se presta atención al estado clínico general, su libido, su

(1) DVM, Ph.D. Dipl. ECBHM.

(2) DVM.

BOVINEVET Bovine Ultrasound Services.

habilidad para dar servicio. En algunos casos hay, también, una evaluación cuali-cuantitativa del semen. A veces el toro es sometido a un examen clínico general y a un examen particular del aparato reproductivo: inspección, palpación, palpación superficial y profunda de los testículos, con el objetivo de evaluar su elasticidad. Se realiza un examen clínico completo, sin recurrir a exámenes complementarios, excepto (a veces) al espermograma. Sin embargo, el costo de un reproductor suele ser muy importante, si se compra como torito de año.

Si bien hace ya varios años que se recurre al examen andrológico (*Breeding Soundness Evaluation; BSE*), aun hoy hay pocos establecimientos que han incorporado la ultrasonografía ⁽²¹⁾. Es difícil comprender las razones de esta negligencia, especialmente en vista del hecho que, a menudo, ni siquiera el mejor examen clínico, realizado por el mejor profesional, permite evidenciar la localización de un eventual lesión, ni la extensión de la misma, y mucho menos emitir un pronóstico.

Desde hace unos quince años que se aplica la ultrasonografía en la evaluación del aparato reproductor del toro, con el mismo equipo que se usa para el diagnóstico ginecológico ^(12, 14, 15, 17).

Con este artículo, los autores quieren mostrar cómo incorporar la técnica de la ecografía en el BSE, demostrando su capacidad de adaptación a cualquier ambiente.

1.1. Examen andrológico (*Breeding Soundness Evaluation*)

El examen andrológico (BSE) no es una prueba de fertilidad, pero sí un enfoque clínico sistemático para identificar toros con bajo potencial reproductivo ⁽¹⁵⁾. Incluye el examen clínico del toro y la recolección y evaluación de semen ^(15, 17, 20, 21).

Este examen está diseñado para evaluar la fertilidad de un toro antes de destinarlo a la reproduc-

ción (o a la producción de semen), pero también se utiliza para establecer la causa o causas de infertilidad de un toro ya en producción ⁽¹⁷⁾.

El BSE incluye:

1. Determinación de la circunferencia escrotal
2. Inspección y palpación (superficial y profunda) de genitales externos e internos
3. Evaluación de la calidad seminal

En años más recientes se ha propuesto incorporar la ultrasonografía en el BSE ^(14, 15, 17, 21), así como pruebas bioquímicas, tales como la determinación de la adiponectina ⁽¹⁹⁾.

2. Ultrasonografía y examen andrológico (*Breeding Soundness Evaluation*)

El examen ultrasográfico es un examen complementario que se incorpora al BSE. Siempre debe seguir al examen clínico. Es un error hacer ecografía de testículo y/o de las glándulas vesiculares sin antes haber hecho un examen clínico completo. Es un examen mini invasivo, especialmente en comparación con una biopsia, cuyo resultado fue cuestionado especialmente por el riesgo de producción de anticuerpos anti-esperma, que puede ser una consecuencia de este examen. Sin embargo, recientemente se ha hecho hincapié nuevamente en la biopsia ⁽⁷⁾.

Económicamente es ventajosa y permite obtener una fotografía del aparato reproductor del toro en tiempo real, sobre todo, no es un examen invasivo ^(12, 14, 15, 17, 21).

El examen de ultrasonido es necesario porque con el examen clínico a menudo no es posible identificar el tipo de lesión presente, su ubicación/extensión y sobre todo no permite emitir pronóstico ^(14, 15, 17).

Como la evaluación del semen, no siempre permite determinar la localización de la lesión ^(14, 15, 17). Es una técnica segura, mínimamente invasiva y no

traumática, a diferencia de la biopsia ^(18, 22, 26).

Se considera que el examen de ultrasonido es necesario cada vez que hay baja calidad del semen ^(14, 16, 17, 25):

- a) Presencia de espermatozoides anormales
- b) Baja concentración espermática
- c) Baja viabilidad después de la descongelación
- d) Presencia de piospermia y/o azoospermia

O si se descubre ^(14, 16, 17):

- a) Presencia de inflamación testicular o presencia de testículos anormales en forma y/o tamaño
- b) Presencia de dolor sin razón evidente.

El examen por ultrasonido debe ser un examen de rutina, tanto en los centros de producción de semen como en el caso de los toros utilizados para servicio natural. Este examen debe realizarse cada vez que haya habido alteraciones cuali-cuantitativas de las pajuelas elaboradas, o como una medida preventiva, 2-4 semanas antes de que el toro comience el período de servicio ^(14, 16, 17).

2.1. Preparación del toro

Es esencial trabajar garantizando el respeto de los animales y la seguridad del operador. Independientemente de la edad, el tamaño y el temperamento del toro, la ecografía debe realizarse en condiciones adecuadas, que garanticen la posibilidad de realizar un examen ultrasonográfico óptimo, sin riesgo y sin que exista la posibilidad de que el toro se lastime.

1. Evaluar en primer lugar la actitud del animal, antes de acercarse a él.
2. El examen debe llevarse a cabo en una condición ambiental favorable. Lejos del ruido, evitando ruidos repentinos. Hablando sólo cuando sea necesario y siempre con un tono moderado.
3. Colocar el animal en la casilla de operar: comprobar que tanto el operador como el toro

se encuentran en una condición segura. Es importante que la casilla sea adecuada al tamaño y fuerza del animal. Inspeccione la casilla antes de introducir el toro, verificando cuidadosamente que no haya puntos sobresalientes que podrían ser peligrosos para la seguridad del propio toro.

4. Antes de acercarse al toro, dejar al animal unos minutos para que se adapte a la nueva situación.

5. Advertir al toro de su presencia. Hablando con el toro con un tono bajo, dándole palmaditas en la cabeza, el cuello, la cruz, el pecho y la grupa.

6. Evaluar la reacción del toro a la palpación. Si el toro manifiesta agresividad excesiva, se puede utilizar una sedación ligera.

7. Para sedar un toro, puede utilizar xilazina (0,02 mg/kg) o diazepam (0,05 mg/kg). En el caso de animales muy nerviosos y/o en el caso de algunas razas (Gallardo y en general todos los toros de lidia), las dosis recomendadas también se puede aumentar en un 50-100%.

8. Antes de recurrir a la sedación, en un intento de calmar el toro, se puede estimular la eyaculación. Después de montar el toro suele estar más relajado, tranquilo, y su manejo es más sencillo, y además los testículos estarán más pendulares. La eyaculación previa al examen ultrasonográfico descargará las ampollas de los conductos deferentes y de las glándulas vesiculares. Sin embargo debe recordarse que la electroeyaculación aumenta la temperatura de la piel del escroto que recubre la cola del epidídimo ⁽²¹⁾, y, por lo tanto, altera el termograma infrarrojo escrotal (es decir, la evaluación de la temperatura de la superficie del escroto), y no se sabe cómo afecta la imagen de ultrasonido ⁽²¹⁾.

9. Proceder a la palpación de los testículos,

cabeza y cola de epidídimos y cordón espermático. Esta palpación sirve para advertir al toro de nuestra presencia, a la vez de permitir el examen clínico particular.

10. En caso de hiperqueratosis y/o esclerodermia, presente sobre todo en el invierno en los toros viejos, antes del examen de ultrasonido es bueno desengrasar la superficie de la piel de la zona a ecografiar (testículo y cordón espermático) con alcohol.

11. Antes de aplicar el gel, es bueno mojar la superficie del asiento a examinar con agua a 35-38°C, con el fin de suavizar la superficie, lo que permite una mejor adhesión del gel para ultrasonido.

12. Es posible hacer el examen ecográfico sin recurrir al gel, pero sí con alcohol. En invierno, sobre todo en los toros viejos con la piel del escroto muy gruesa y queratósica, esto no es una buena alternativa. En el verano, sobre todo si se trabaja a altas temperaturas (> 25-27 °C), el alcohol se evapora muy rápidamente.

13. En verano, el gel se debe mantener refrigerado, para evitar una disminución excesiva de su densidad.

14. Si el gel se mantiene refrigerado, o en invierno, cuando se mantiene a temperatura ambiente, antes de aplicarlo sobre la superficie que desea examinar, verificar que no esté demasiado frío. El gel también tiene una acción suavizante sobre la piel, y evita que quede aire entre los pelos del escroto, que hace imposible el examen ecográfico.

2.2 Equipamiento

La ecografía del aparato reproductor del toro se realiza con el mismo equipo utilizado en el diagnóstico ginecológico bovino. Un ecógrafo ultr portátil, portátil o no portátil con un transductor lineal de 5,0-7,5 MHz^(14, 15, 170). Normalmente no se

utiliza un transductor sectorial, debido a su superficie esférica que se adapta mal a la superficie esféricas de los testículos^(14, 15, 17).

Además del transductor lineal de 5,0-7,5 MHz, puede utilizarse una sonda de 8-11 MHz (T-Line), empleada normalmente en los tendones y ligamentos en clínica equina. Esta sonda permite realizar una evaluación más precisa de las lesiones pequeñas.

Incluso la sonda lineal o convexa 2-5 MHz es de gran utilidad, permitiendo realizar una evaluación simultánea del parénquima testicular de ambos testículos, en toros púberes. La sonda de 5 MHz ya no es capaz de garantizar una profundidad suficiente. Con una frecuencia de 2-3 MHz es posible determinar la profundidad total de los dos, incluso en los testículos de un toro adulto grande.

La ecografía se realiza por aposición directa del transductor, después de la aplicación de gel de ultrasonido. No es necesario el uso de almohadillas de silicona.

2.4 Técnica ecográfica

El examen ecográfico es un examen absolutamente libre de riesgo. Para comprobar un eventual daño sobre la calidad seminal y/o calidad del parénquima testicular, un toro joven de raza carnífera fue sometido a una ecografía de los testículos, utilizando un transductor lineal de 5 MHz, antes de la extracción de semen dos veces por semana, durante alrededor de 10 semanas⁽⁸⁾. No fue posible demostrar algún efecto sobre la calidad del semen. Un ciclo de espermatogénesis dura unos 70 días; los testículos del toro sometidos a evaluación por ultrasonido, fueron examinados después de este periodo, evaluando el peso y la morfología y también teniendo en cuenta la cantidad de espermatozoides presentes en el epidídimo y la producción de semen en general, incluyendo cualquier anomalía⁽⁸⁾.

El examen ecográfico se lleva a cabo colocándose en posterior o lateral del toro. En el caso de

los toros muy nerviosos, es conveniente mantener una extremidad posterior elevada ^(16, 17). Es conveniente realizar el examen al reparo de la luz, sobre todo si se trabaja con pantallas LCD.

Es posible proteger de la luz la pantalla del ecógrafo por la luz, mediante una lona o un paraguas, creando una sombra o recurriendo a los cilindros especiales que se aplican a la pantalla. También existe la posibilidad de utilizar telecámaras montadas en gafas especiales o pantallas de muñeca, o pantallas de ultraligeros, conectados a través de *bluetooth* a la unidad de ultrasonido.

Genitales externos

2.4.1 Testículos

En primer lugar, se debe realizar una evaluación comparativa de los dos testículos, tomando la profundidad total. Esta medida, aunque aún no codificada, puede ser una alternativa a la circunferencia escrotal. A diferencia de este último, es más fiel a la realidad, porque permite medir específicamente el parénquima testicular. La circunferencia escrotal puede no reflejar la realidad, por ejemplo, en el caso de hidro-pio-hemato scela ⁽¹¹⁾.

Tras el estudio comparativo de los dos testículos, examinamos cada testículo por separado. Con la mano derecha se sostiene el testículo izquierdo, empujándolo hacia abajo, mientras que el pulgar y el dedo índice de la misma mano empujan hacia arriba el testículo derecho ^(14, 16, 17). Luego, con la mano izquierda se toma el testículo derecho, haciendo los mismos movimientos que acabamos de mencionar.

Generamos cortes o secciones longitudinales y transversales. En la sección longitudinal, el eje principal de la sonda de ultrasonido es paralelo al eje mayor del testículo ^(14, 16, 17). En la sección transversal, el eje principal de la sonda es perpendicular al eje mayor del testículo ^(14, 16, 17).

En la sección longitudinal es posible evaluar:

1. Parénquima testicular
2. Mediastino
3. Longitud del testículo
4. Ancho del testículo
5. Túnica albugínea
6. Túnica vaginal
7. Epidídimo (cabeza y cola)

Con la sección transversal, se evalúa:

1. Parénquima testicular
2. Mediastino
3. Ancho del testículo
4. Túnica albugínea
5. Túnica vaginal
6. Epidídimo (cabeza y cola)

2.4.2 Epidídimo

Es posible evaluar la cabeza y la cola del epidídimo. En la sección longitudinal, pero sólo en los toros jóvenes (con testículos pequeños), es posible evaluar en forma conjunta la cabeza y la cola del epidídimo. En los toros adultos, se puede evaluar la cabeza o la cola, con secciones tanto longitudinales como transversales.

2.4.3 Cordón espermático

El cordón espermático crece hasta los 14 meses de edad ⁽²¹⁾. El cordón espermático está circunscrito por la túnica vaginal (lamina lámina visceral y parietal); en el interior está el plexo pampiniforme, formado por las dos venas testiculares y la arteria testicular tortuosa. Las dos venas testiculares se comunican entre sí y forman una extraordinaria maraña de vasos, en proximidad de la arteria. También forman parte del cordón espermático los conductos deferentes. Fuera de la túnica vaginal se encuentra el músculo cremáster. El cordón espermático siempre se evalúa con abordaje posterior, en las secciones transversales o con una sección longitudinal.

2.4.4 Pene

El pene se aborda lateralmente. Se evalúa principalmente en la sección transversal. Antes de llevar a cabo el examen ecográfico del pene, debe afeitarse la zona con rasuradora eléctrica cuchilla n° 40 y aplicar abundante gel. La sonda se mueve perpendicular al eje principal del pene cráneo-caudal, para verificar la presencia de cualquier tumefacción (hematoma, absceso) ^(16, 17).

Genitales internos

2.4.5 Ampollas

El abordaje es posterior. Después de evacuar la materia fecal del recto, se introduce la sonda tratando de crear buen contacto con el área rectal. Primero se realiza una sección longitudinal, derecha e izquierda y luego una sección transversal ^(14, 16, 17).

2.4.6 Glándulas vesiculares

El abordaje es posterior. Después de evacuar la materia fecal del recto, se introduce la sonda tratando de crear buen contacto con el área rectal. Primero se realiza una sección longitudinal, derecha e izquierda y luego una sección transversal, deslizando la sonda cráneo-caudal ^(14, 16, 17).

2.4.7 Glándulas bulbo-uretrales

El abordaje es posterior. Después de evacuar la materia fecal del recto, se introduce la sonda tratando de crear buen contacto con el área rectal. Dada la ubicación muy caudal de las glándulas bulbo-uretrales, la sonda se introduce en el recto el largo de la mano ^(14, 16, 17).

2.4.8 Próstata

El abordaje es posterior. Es posible evidenciar tanto el cuerpo como la porción diseminada de la próstata. Después de evacuar la materia fecal del

recto, se introduce la sonda tratando de crear buen contacto con el área rectal.

Primero se realiza una sección longitudinal, derecha e izquierda y luego una sección transversal, deslizando la sonda cráneo-caudalmente ^(14, 16, 17).

2.4.9 Uretra

El abordaje es posterior. Después de evacuar la materia fecal del recto, se introduce la sonda tratando de crear buen contacto con el área rectal.

Primero se realiza una sección longitudinal, derecha e izquierda y luego una sección transversal, deslizando la sonda cráneo-caudalmente ^(14, 16, 17).

3. Anatomía ecográfica

Genitales externos

3.1 Testículos

El testículo normal tiene una ecogenicidad moderada, homogénea, muy similar a la ecogenicidad del cuerpo lúteo. La ecogenicidad de los testículos aumenta con la madurez sexual como consecuencia de un incremento en la densidad de los testículos ⁽²¹⁾.

La ecogenicidad de la *rete testis* aumenta entre las 20 y 40^a semanas de vida. Este período se caracteriza por una mayor capacidad de crecimiento de los túbulos seminíferos ^(9, 14, 16, 17). En razas de *Bos taurus* para carne (Angus, Charolais, Hereford y sus cruzas), el mayor aumento en la ecogenicidad es de entre 20 a 46^a semanas de edad ⁽²¹⁾. En cruzas *Bos taurus x Bos indicus* el aumento de la densidad testicular se retrasa, en comparación con toros *Bos taurus*. La intensidad máxima testicular se desarrolla entre 49 a 62^a semanas de edad ⁽⁶⁾. Estos cambios en la densidad de testículo se producen simultáneamente con los cambios histológicos en los testículos pre-puberales e indican la diferenciación de las células de Sertoli, la formación de la barrera de

hemato-testicular, el aumento del diámetro de los túbulos seminíferos, el aumento del volumen de parénquima testicular ocupado por los túbulos seminíferos, y también un rápido crecimiento de todas las células germinales y el inicio de la espermatogénesis ^(4, 21). Está demostrado que en individuos *Bos indicus* y *Bos Taurus* y sus cruza de más de 18 meses, la densidad del parénquima testicular no cambia. Esto lleva a creer que la composición del parénquima testicular se mantiene casi constante después de la pubertad ^(5, 21).

La sensibilidad-especificidad de la evaluación ecográfica de la densidad testicular para evaluar la precocidad sexual (temprana vs tardía), pubertad (no puber vs puber), madurez sexual (no buena calidad seminal vs buena calidad seminal) no es estadísticamente superior a la determinación de la circunferencia escrotal ^(4, 6, 21). Tampoco debe subestimarse la posibilidad de variaciones individuales en la densidad testicular, fáciles de encontrar, especialmente en toritos jóvenes cerca de la pubertad. Estas variaciones individuales hacen difícil la definición de un punto de corte (cutt-off) de la densidad ^(4, 21).

La presencia de focos ecogénicos (blanco) o hipo-ecogénicos/anecogénicos son generalmente relacionados con patologías del parénquima testicular. Con una sección transversal, en la parte central de los testículos se puede ver el mediastino (2-4 mm), como una estrella ecogénica (blanco); de manera similar, en una sección longitudinal se puede ver la *rete testis*, como una banda ecogénica delgada ^(14, 15, 17).

La túnica vaginal parietal y visceral son delgadas e hiper-ecogénicas, separadas por una fina línea ecogénica (2 mm) ^(14, 15, 17). El espacio entre las dos capas aumenta en el caso de hidro-pio o hemato-scele. Bajo la túnica vaginal se ve la túnica albugínea, como una línea ecogénica delgada ^(14, 15, 17).

3.2 Cabeza del epidídimo

La cabeza del epidídimo está cerca de la parte dorsal del testículo, bajo el plexo pampiniforme ^(14, 15, 17). El examen por ultrasonido para evidenciar la cabeza del epidídimo no siempre es fácil. Normalmente se utilizan secciones oblicuas. La cabeza del epidídimo es claramente más ecogénica que el parénquima testicular y contrasta bien con la anecogenicidad de los vasos pertenecientes al plexo pampiniforme.

3.3 Cuerpo del epidídimo

El cuerpo del epidídimo, si no hay dilatación patológica (quistes espermáticos), no es fácilmente visible. El cuerpo del epidídimo discurre por el lado medial de cada testículo ^(14, 15, 17, 21). En la sección longitudinal, se evidencia un pequeño conducto anecogénico, cuyas paredes son débilmente ecogénicas.

3.4 Cola del epidídimo

La cola del epidídimo es la parte más accesible del epidídimo, situada en la parte ventral del testículo con la forma cónica típica ^(14, 15, 17). La cola del epidídimo se visualiza ecográficamente mediante cortes transversales oblicuos. Una sonda lineal de pequeñas dimensiones (TLine) permite producir imágenes excelentes, gracias a la superficie de contacto reducida de la propia sonda. La cola del epidídimo, parece menos ecogénica que el parénquima testicular, pero sobre todo menos homogénea. Se diferencia muy bien de los testículos.

3.5 Cordón espermático

En el cordón espermático es dominante la presencia del plexo pampiniforme, caracterizado por conductos anecogénicos tortuosos. Sólo mediante el uso de Doppler color es posible distinguir las ramas arteriales de la densa red de anastomosis venosas, formando parte del plexo.

3.6 Pene

La túnica albugínea rodea el pene y se ve ecogénica. En el interior se puede ver el cuerpo cavernoso hipogénico y homogéneo. Ventralmente, cerca de la sonda se puede ver el cuerpo esponjoso, que es también hipocogénico, en el interior del cual se puede ver la uretra, como un espacio virtual anecogénico.

Genitales internos

3.7 Ampolla

Los dos conductos deferentes se ubican craneal y dorsalmente con respecto al cuello de la vejiga (anecogénica). Son las glándulas más craneales de todo el sistema glandular. Tienen una forma tubular y son, en promedio, 10-12 cm de largo y 1,5 cm de ancho. En sección transversal, aparecen como dos pequeñas estructuras hipocogénica con una luz anecogénica ^(15, 17).

3.8 Glándulas vesiculares

Situadas cerca de cada una de las correspondiente ampollas del conducto deferente, se ramifican cerca del cuello de la vejiga. Tienen una forma oblonga: En condiciones fisiológicas el tamaño es proporcional a la edad del animal.

Tabla 1. Dimensión de las glándulas vesiculares, en función de la edad del toro (S. Buczinski 2008).

Dimensión de las glándulas vesiculares, en función de la edad del toro			
Edad	Largo	Espesor	Ancho
1 año	7,0-9,0 cm	1,5-2,0 cm	1,5-2,5 cm
5 años	10-15 cm	2,0-4,0 cm	3,0-7,0 cm

Ecográficamente tienen la misma ecogenicidad de un cuerpo lúteo compacto: ecogenicidad moderada, homogénea fisiológicamente ^(14, 15, 17).

3.9 Glándulas bulbo-uretrales

Son las glándulas situadas más caudalmente de todo el sistema glandular. No son detectables por palpación rectal, por estar cubiertas por el músculo bulbo-esponjoso ^(15, 17). Aunque no son fácilmente identificables por ecografía, tienen una forma ovoide o fusiforme con un diámetro medio de 2 cm. Ecográficamente aparecen hipocogénica en comparación con m. bulbo-esponjoso.

3.10 Próstata

La próstata se divide anatómicamente en dos partes: el cuerpo y la parte diseminada. El cuerpo se localiza en correspondencia con el cuello de la vejiga, mide aproximadamente 3,4 x 1,5 cm; la parte diseminada es de aproximadamente 12 cm de largo y no se puede detectar por palpación ^(15, 17). La próstata, especialmente la parte diseminada, es detectable en la sección longitudinal y transversal, durante la evaluación de la uretra pélvica. La próstata diseminada en la sección longitudinal, aparece como una banda hipocogénica, entre el músculo dorsal y ventral de la uretra, que tiende a ser ecogénico (más oscuro) ^(15, 17).

3.11 Uretra

La uretra pélvica se extiende entre el cuello de la vejiga y una línea horizontal en correspondencia con las tuberosidades isquiáticas. Tiene una longitud de unos 20 cm y un diámetro de aproximadamente 3 cm ^(15, 17). Es detectable tanto longitudinal como transversalmente. En esta última sección, se observa el músculo uretral con forma de C, y tiende a ser ecogénico (más oscuro), con la parte más gruesa colocada ventralmente ^(15, 17).

4. Patología ecográfica

Genitales externos

4.1 Testículos

El parénquima testicular puede ser asiento de procesos inflamatorios, degenerativos, neoplásicos. Sin embargo, también puede presentar quistes y torsión ^(14, 15, 17). En algunos casos, también el escroto puede estar involucrado en un proceso patológico: acumulación de líquido (hidro, hemato o pio-scele) o hernia inguinal. El hidrocele es una acumulación de líquido entre las láminas parietal y visceral de la túnica albugínea. El espacio virtual (2 mm), que normalmente separa las dos láminas, se ensancha y se hace más evidente (espacio anecogénico). El hidrocele es normalmente consecuencia de una torsión del cordón espermático, pero puede estar asociada con neoplasias testiculares, orquitis, o patologías cardíacas o renales ^(15, 17). El hematocele es una acumulación de sangre entre las hojas de la túnica vaginal. Al ultrasonido inicialmente aparece anecogénico, con diversos puntos ecogénicos (glóbulos rojos). En una etapa avanzada, aparecerá hiperecogénicidad. La causa puede ser un trauma testicular o torsión de los testículos. En el caso de la contaminación bacteriana de un hidrocele o hematocele, se puede desarrollar un piocele, que ecográficamente parece una tormenta de nieve: un fondo anecoico con una serie de puntos ecogénicos ^(14, 15, 17).

4.1.1 Orquitis

En las formas agudas, el testículo muestra un aumento de volumen y aparece caliente al tacto. Ecográficamente, el parénquima testicular pierde su homogeneidad habitual y tiende a aparecer ecogénico. En el caso de inflamación crónica, se puede ver áreas de parénquima, completamente sustituidas por un engrosamiento hiperecogénico brillante (fibrosis, calcificación), por debajo del cual evidentes artefactos, como los conos de sombra (sombras) ^(14, 15, 17).

4.1.2 Hematoma

Tienen base traumática, generalmente se encuentra justo debajo de la superficie. Su tamaño es variable debido al trauma que los creó. Ecográficamente se observan hipocogénicos (oscuro) en comparación con el parénquima testicular que los rodea. Su presencia siempre se acompaña de dolor.

4.1.3 Fibrosis

Se observan un engrosamiento ecogénico, hiperecogénico, más o menos grande, más o menos extendido, en virtud del cual, si la densidad acústica es alta, se puede ver el cono de sombra (sombra). A menudo, especialmente en los toritos, puede resaltar un engrosamiento ecogénico, hiperecogénico, sin la compañía de sombras. En ausencia de estos artefactos, es difícil correlacionar la densificación a la mala calidad del semen ^(14, 15, 17). En la presencia de fibrosis siempre hay una mala calidad (azoospermia)-cantidad del semen.

Un reciente estudio de estas áreas de "fibrosis" ⁽³⁾ nos ha permitido sacar a la luz, especialmente en toros prepúberes (5-6 meses) con "fibrosis", con una tendencia a crecer en número y extensión, en los mismos animales al alcanzar los 12-14 meses de edad. La causa de estas lesiones no se conoce; se supone que pueden estar relacionadas con infecciones del virus respiratorio sincitial (BRSV) ⁽³⁾. El examen histológico de estas lesiones mostró tejido fibroso entre los túbulos seminíferos, con reducción en el número de células germinales. Algunos túbulos eran absolutamente carentes de células germinales y de Sertoli, sin embargo siempre carecía de células inflamatorias. No se han observado anomalías en la morfología de los espermatozoides en casos leves o moderados de fibrosis testicular ^(3, 21).

4.1.4 Hipoplasia

Puede ser uni o bilateral. En cualquier caso, los toros con hipoplasia, incluso unilateral nunca

deben ser utilizados para la cría. El o los testículos, son de menor volumen y menos consistentes al tacto. Ecográficamente, el parénquima testicular tiende a ser anecogénico (oscuro), aunque el mediastino aparece poco ecogénico y a menudo es difícil de ver.

4.1.5 Absceso

La cápsula del absceso aparece ecogénica, más o menos brillante. En su interior se puede ver el pus en la forma de una tormenta de nieve, pero sólo en una etapa temprana. Luego aparece el interior del absceso ecogénico, hiper-ecogénico (si se sustituye por un tejido conectivo-calcificación) y heterogéneo ^(15, 17).

4.1.6 Neoplasia

Es posible encontrar tumores de células intersticiales, tumores de células de Sertoli, seminomas. La tumefacción no siempre es visible o palpable desde el exterior. Ecográficamente se ve que el parénquima testicular pierde su homogeneidad y se ven áreas hipoecogénicas, ecogénicas, hiperecogénicas, a menudo se alternan con líquido (anecoica), limitada por una cápsula ecogénica, a veces de varios mm de espesor. El diagnóstico de tipo, no puede ser por ultrasonido, sino histológicamente (biopsia) ^(15, 17).

4.1.7 Quiste

Dentro del parénquima testicular es posible ver pequeños quistes, ecográficamente anecogénicos. No están relacionados con subfertilidad o infertilidad: la calidad y la cantidad del semen generalmente no se ven afectadas. Los quistes testiculares no deben confundirse con la dilatación de la vena central de los testículos: el diagnóstico diferencial requiere Doppler color.

4.2 Cabeza de epidídimo

La patología más frecuente de la cabeza del epidídimo, son los abscesos. Su cápsula puede ser de

unos pocos milímetros de espesor, ecogénica, mientras que el contenido es heterogéneo: puede haber áreas hiperecogénicas (calcificación), junto con áreas hipoecogénicas. También se han reportado quistes de la cabeza del epidídimo ⁽²³⁾ con áreas hipoecogénicas dentro del tejido.

4.3 Cola del epidídimo

La inflamación de la cola del epidídimo es la patología más común de esta parte anatómica. En la fase aguda de la inflamación, la cola del epidídimo aumenta de tamaño y se hace dolorosa a la palpación y ecogénica. Cuando el proceso se vuelve crónico, la cola del epidídimo es muy heterogénea e hipoecogénica, probablemente debido a la presencia de edema. También puede ver algunas zonas hiperecogénicas ^(15, 17).

4.4. Cordón espermático

Es posible encontrar la inflamación, torsión del cordón espermático en diversos grados, varicocele, que se puede considerar la patología más frecuente en esta localización anatómica ^(14, 15, 17). El varicocele es consecuencia de un mal funcionamiento del sistema valvular de las dos venas espermáticas; las venas se dilatan, entonces el ultrasonido, verá una tortuosidad anecogénica, más o menos dilatada. El varicocele leve es fisiológico en los toros viejos. El varicocele, si no llega a un alto grado, no está relacionado con la infertilidad. El diagnóstico de varicocele se confirma con Doppler color.

La torsión del cordón espermático, es para-fisiológica en el toro viejo y no está relacionada con infertilidad. Si la torsión excede 180°, los síntomas clínicos aparecen: dilatación del cordón espermático ventral a la torsión, con un aumento en el volumen testicular (hidrocele), aumento o disminución de la ecogenicidad de los testículos ^(14, 15, 17).

Es posible encontrar una hiperplasia del tejido

linfático del cordón espermático (BLV): la glándula hiperplásica induce una compresión del plexo pampiniforme, también podría inducir la formación de hidrocele. El tejido linfático hiperplásico se ve hipoecogénico ⁽¹⁵⁾.

4.5 Pene

Las formas patológicas de interés ecográfico en este sitio anatómico son los abscesos y los hematomas.

Los abscesos suelen estar situados entre el prepucio y escroto y normalmente desarrollan como complicación de un hematoma. Ecográficamente se ve la cápsula hiperecoica del absceso, que circunscribe un área heterogénea, que contiene subáreas hiperecogénicas, ecogénicas y anecogénicas. Sin embargo, el aspecto ecográfico del absceso del pene cambia con el tiempo: cuanto más antiguo es el absceso, mayor es su ecogenicidad ^(15, 17).

El hematoma del pene normalmente se forma por la rotura de la superficie dorsal de la túnica albugínea, con salida de sangre del cuerpo cavernoso. Por lo tanto, cuanto mayor sea la ruptura de la túnica albugínea, más grande el hematoma que se forma. A menudo, el hematoma del pene se acompaña de un prolapso del prepucio, que de hecho es la razón, en muchos casos, por la que el toro es revisado. Ecográficamente, el hematoma del pene se presenta como una masa multilobular con ecogenicidad heterogénea, cubierto por una cápsula ecogénica ^(15, 17).

Genitales internos

4.6 Ampolla

Normalmente no se describen patologías en esta localización.

4.7 Glándulas vesiculares

La inflamación de la glándula vesicular es la patología que más comúnmente afecta este sitio anatómico,

sin embargo, con una frecuencia baja (9%) ^(2, 15, 17).

Las formas agudas se caracterizan por hipertrofia glandular, dolor a la palpación y a veces peritonitis pélvica localizada ^(14, 15, 17). La glándula se observa ecográficamente aumentada de tamaño e hipoecogénica.

En caso de abscedación, es posible ver una cápsula ecogénica, que circunscribe un área más o menos extendida, como tormenta de nieve. En el caso de la inflamación unilateral, la comparación de las dos glándulas hace más fácil el diagnóstico ^(14, 15, 17).

En el caso de infección aguda y formación de absceso, siempre está presente la leucocitosis, hasta piopermia.

En la inflamación crónica, la glándula se agranda ligeramente, y puede haber fibrosis, con lo que se verá ecográficamente más ecogénica y brillante en comparación con la contralateral normal.

La hipertrofia de la glándula vesicular debe siempre ser considerada como una patología en el animal joven, mientras que es una condición para-fisiológica en los toros viejos.

4.8 Glándulas bulbo-uretrales

Normalmente no se describen patologías en esta localización.

4.9 Prostata

Normalmente no se describen patologías en esta localización.

4.10 Uretra

Normalmente la uretra pélvica no puede ser vista ecográficamente, pero aparece como un espacio virtual. Una dilatación de la uretra, que aparece en sección longitudinal como un canal anecogénico, puede ser consecuencia de una obstrucción/ estenosis uretral, uretritis, o por una urolitiasis ^(15, 17).

5. Conclusiones

Algunos autores han demostrado que una pequeña degeneración testicular no puede ser diagnosticada con un examen por ultrasonido, ya que el aspecto ecográfico del testículo no cambia ^(1, 5, 28). Pero también hay que preguntarse, si estas mismas lesiones microscópicas fueron/están siempre correlacionadas con los cambios cuantitativos del semen.

La densidad ecográfica de los testículos se correlacionó estadísticamente con la producción de semen ^(4, 21), pero no con el volumen del eyaculado, y mucho menos con la concentración de espermatozoides o la cantidad total de espermatozoides en el eyaculado ^(4, 10). En algunos estudios ha sido imposible demostrar la correlación entre la densidad de la ecografía de los testículos y la calidad del semen ^(5, 11, 21). En estos estudios, sin embargo, han tratado de demostrar una correlación entre la calidad del semen y la densidad testicular, determinada el mismo día de la ecografía, cuando sabemos que la espermatogénesis dura unos 70 días. Por lo tanto, la densidad al ultrasonido del testículo debe relacionarse con la calidad de semen que se producirá en 60-70 días después de la ecografía ^(1, 3, 6, 21). Prácticamente, la densidad ecográfica del testículo tiene un valor predictivo, en lugar de dar una fotografía instantánea de la situación en el momento de la determinación.

El examen ecográfico del aparato reproductor del toro necesita una validación estadística, que permita estandarizar la técnica. A pesar de esto, es una prueba que se debe incluir en una BSE. Es un examen conveniente, mínimamente invasivo, capaz de determinar la fuente de un problema y su gravedad, ofreciendo también la posibilidad de brindar un pronóstico.

El examen por ultrasonido, junto con la termografía escrotal, es seguramente la técnica más interesante que el clínico tiene disponible en la actualidad para hacer un diagnóstico en el campo.

6. Bibliografía

1. Arteaga, A.A., Barth, A.D., Brito, L.F. Relationship between semen quality and pixel-intensity of testicular ultrasonograms after scrotal insulation in beef bulls. *Theriogenology* 2005 .64: 408-415.
2. Bagshaw, P.A., Ladds, P.W. A study of the accessory sex glands of bulls in abattoirs in northern Australia. *Austral Vet J* 1974, 50: 489-495
3. Barth AD, Oko RJ. *Abnormal Morphology Of Bovine Spermatozoa*. Ames: Iowa State University Press, 1989: 23-24.
4. Brito, L.F., Barth, A.D., Wilde, R.E., Kastelic, J.P. 2012. Testicular ultrasonogram pixel intensity during sexual development and its relationship with semen quality, sperm production, and quantitative testicular histology in beef bulls. *Theriogenology* (In press).
5. Brito, L.F., Silva, A.E., Barbosa, R.T., Unanian, M.M., Kastelic, J.P. Effects of scrotal insulation on sperm production, semen quality, and testicular echotexture in *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* bulls. *Anim Reprod Sci* 2003, 79: 1-15.
6. Brito, L.F., Silva, A.E.D.F., Unanian, M.M., Dode, M.A.N., Barbosa, R.T., Kastelic, J.P. Sexual development in early and late maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. *Theriogenology* 2004, 62, 1198-1217.
7. Chapwanya, A., Callanan, J., Larkin, H., Keenan, L., Vaughan, L. Breeding soundness evaluation of bulls by semen analysis, testicular fine needle aspiration cytology and trans-scrotal ultrasonography. *Ir Vet J* 2008, 61, 315-318.
8. Coulter, G.H., Bailey, D.R. Effects of ultrasonography on the bovine testis and semen quality. *Theriogenology* 1988, 30, 743-749.
9. Evans, A.O.C., Pierson, R.A., Garcia, A., McDougall, L.M., Hrudka, F., Rawling, F. Changes in circulating hormone concentration, testes histology and testis ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. *Theriogenology* 1996, 46: 345-357
10. Gabor, G., Sasser, R.G., Kastelic, J.P., Mezes, M., Falkay, G., Bozo, S., VCSik, J., Barany, I., Hidas, A., Szasz, Jr., F., Boros, G. 1998b: Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. *Theriogenology* 50, 223-228.
11. Gabor, G., Szasz, F., Sasser, G., Bozo, S., Völgyi, J., Barany, I. 1998. Using digitized video method for the measuring of testes sizes and prediction the testis volume in bulls. In *Proceedings of the 13th ICAR Congress, Sydney* 2: 4-6.
12. Ginther, O.J. *Ultrasonic imaging and animal reproduction: cattle*. Book 3. Equiservices Publishing, 1998.
13. Gnemmi, G. *Fisiopatologia delle ovaie e del ciclo*. Cap. 5 pp 89-118. *Gestione clinica della riproduzione bovina, a cura di*

-
- G.Sali. La Point Veterinaire Italie 2013.
14. Gnemmi, G. Place de l'échographie du taureau en pratique. Point Veterinaire 275: 40-45
 15. Gnemmi, G., Lefebvre, R.C.. Ultrasound imaging of the bull reproductive tract: an important field of expertise for veterinarians. Vet Clin Food Anim 25(2009)767-779
 16. Gnemmi, G., Maraboli, G. Perkins, J. Rilevazione del calore nella bovina: nuovi approcci ad un vecchio problema. 2007, Summa Animali da Reddito n° 5: 37-43
 17. Gnemmi, G., Lefebvre, R.C. Bull anatomy and ultrasonography of the reproductive tract. Chapter nine pp 143-162, Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography. Ed. by L.DesCoteaux, J.Colloton, G.Gnemmi. Wiley-Blackwell 2010.
 18. Goovaerts I G F, Hoflack G G, Van Soom A, Dewulf J, Nichi M, de Kruif A and Bols P E J 2006 Evaluation of epididymal semen quality using the Hamilton-Thorne analyzer indicates variation between the two caudal epididymides of the same bull. Theriogenology 66: 323-330
 19. Kasimanickam, V.R., Kasimanickam, R.K., Kastelic, J.P., Stevenson, J.S. Associations of adiponectin and fertility estimates in holstein bulls. Theriogenology 2013, Mar 15; 79(5):766-777
 20. Kastelic JP, Thundathil J, 2008: Breeding soundness evaluation and semen analysis for predicting bull fertility. Reproduction in Domestic Animals 43(Supplement 2), 368-373.
 21. Kastelic, J.P., Brito, L.F.C. Ultrasonography for monitoring reproductive function in the bull. AERA, 12-16 June 2012, Córdoba, Spain.
 22. MacGowan M R, Bertran J D, Fordyce G, Fitzpatrick L A, Miller R G, Jayawardhana G A, Doogan V J, De Faveri J and Holroyd R G. 2002 Bull selection and use in northern Australia 1. Physical traits. Animal Reproduction Science 71: 25-37
 23. Matuszewka, M., Sysa, P.S. Epididymal cysts in European bison. J Wildl Dis 2002, 38: 637-640
 24. Pursley, J.R.. Practical OvSynch® programs. Presented at the 40th Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners. Vancouver, British Columbia, Canada, September 20-22, 2007
 25. Rault, P., Gérard, O. Examen échographique génital du taureau. Point Veterinaire 37:32-39
 26. Roberts S J 1986 Infertility in Male Animals (Andrology): Diagnosis of Sterility and Infertility in the Male and evaluation of Breeding Soundness. In: Roberts S J (editor). Veterinary Obstetrics and Genital Disease – Theriogenology (Edwards Brothers, Inc., Michigan, USA) 856-870
 27. Santos, J.E.P. Animal health and reproduction. 2013 dairy cattle Reproduction Conference, Indianapolis IN
 28. Sidibe, M., Franco, L.A., Fredriksson, G., Madej, M., Malmgren, L.. Effects on testosterone, LH and cortisol concentrations, and on testicular ultrasonographic appearance of induced testicular degeneration in bulls. Acta Vet Scand 1992. 33: 191-196.
-