LA GUÍA VART: PROPUESTA PARA ESTANDARIZAR LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS EN ESPAÑA

José A. García-Paloma[1], Susana Astiz Blanco[2], Giovanni Gnemmi[3], Sonia Pérez Garnelo [2], Esther Collantes-Fernández [4]

1 Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Grupo NySA, Asturias
2 Departamento de Reproducción Animal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid
3 Bovinevet International Bovine Ultrasound Services & Herd Management S.L.
4 Saluvet, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Madrid
jagarcia@serida.org

Trabajo financiado por el Principado de Asturias, PCTI 2018–2020 (GRUPIN: IDI2018-000237) y FEDER.

Introducción

Los toros infértiles y subfértiles pueden ocasionar importantes pérdidas de productividad en las ganaderías que utilizan la monta natural como estrategia de manejo reproductivo, pero mientras los primeros son prontamente descartados debido a su fácil detección, los toros subfértiles, que se observan con prevalencias medias de entre un 20% y un 30% (Barth and Waldner, 2002; Kennedy *et al.,* 2002), se suelen mantener como sementales al pasar frecuentemente desapercibidos. En este contexto se plantea la trascendencia de conocer la aptitud reproductiva (ApR) del toro, no solamente por su repercusión en la eficiencia reproductiva de la ganadería, sino también, por las expectativas que se pueden ver truncadas respecto al progreso genético y al valor comercial de los terneros que se esperan de él. En España, el interés mostrado por los ganaderos hacia este nuevo planteamiento es relativamente reciente, pues tradicionalmente al toro se le ha prestado atención en el momento de su compra (morfología, estándar racial y/o genealogía), pero apenas se ha indagado en el conocimiento de su aptitud reproductiva durante su vida como semental.

La metodología destinada a la valoración de la Aptitud reproductiva del toro (VART, acrónimo del nombre de esta guía y de su grupo impulsor), o *Bull Breeding Soundness Evaluation* (BBSE) como es conocida internacionalmente, no está orientada a establecer diferencias de fertilidad entre toros, sino a identificar aquellos que se consideran no aptos como reproductores por ser infértiles, subfértiles o portadores de caracteres no deseables que puedan ser transmitidos a su descendencia. En esta metodología se contemplan cuatro valoraciones: 1) Sanitaria, con especial énfasis en el diagnóstico de las enfermedades que pueden ocasionar fallo reproductivo en las hembras, o en las que el toro puede ser portador; 2) Física, orientada a la valoración de la circunferencia escrotal y a la búsqueda de anomalías anatómicas que puedan comprometer la funcionalidad reproductiva; 3) Seminal, a través de los parámetros motilidad y morfología espermática; y 4) Comportamiento, mediante la evaluación de la Habilidad copulatoria y de la Capacidad de servicio. La metodología BBSE se desarrolló en Estados Unidos por la *Society for Theriogenology* (SFT; Hopkins and Spitzer, 1997) y en base a ella, la *Western Canadian Association of Bovine Practitioners* (WCABP; Barth, 2000) y la *Australian Cattle Veterinarians* (ACV; Entwistle and Fordyce, 2003) la adaptaron a las características de sus sistemas de producción. Después, con el paso de los años y en base al conocimiento y a la experiencia adquirida, las guías de valoración se han ido actualizando pero manteniendo entre sí sus diferencias de criterio (Koziol and Armstrong, 2018; Barth, 2013; y Beggs, 2013), respectivamente.

Ante la diversidad de sistemas BBSE de referencia a los que pueden acudir los profesionales veterinarios, los países que se han ido incorporando a la aplicación de esta metodología han tenido que pasar por procesos internos de consenso para no verse abocados al riesgo de valoraciones contradictorias. Sudáfrica (Irons *et al.,* 2007) y Reino Unido e Irlanda a través de la *British Cattle Veterinary Association* (BCVA; Penny, 2018) son una buena muestra de ello. En España la aplicación de esta metodología es reciente y no disponemos de una metodología de referencia consensuada.

Para abordar esta situación, el grupo VART formado por veterinarios, investigadores y responsables de laboratorios de sanidad y reproducción animal de nuestro país (García-Paloma, 2016), se propuso intercambiar experiencias sobre los procedimientos de trabajo empleados a nivel de campo y de laboratorio, analizar de forma comparativa los principales sistemas BBSE y elaboró una primera propuesta metodológica (Collantes-Fernández *et al.,* 2016; García-Paloma *et al.,* 2017).

El documento que aquí presentamos como guía VART aporta una propuesta mejorada sobre la anterior, donde abordamos de una forma integrada las cuatro valoraciones de la metodología BBSE. Para ello, se ha tenido en cuenta la diversidad de ganaderías y la disparidad de criterio con la que los veterinarios aplican esta metodología en nuestro país. Quizás sorprenda la profusión argumental y de citas bibliográficas, así como el formato no propio de una guía; su razón obedece al interés por dejar constancia del análisis comparativo que se ha hecho sobre los principales sistemas BBSE, a la justificación de las propuestas, y a la intención de ofrecer un material de referencia a todos los que quieran emitir aportes y sugerencias para un ordenado y necesario debate posterior.

En esta guía se presentan dos novedades relevantes respecto a los principales sistemas BBSE: 1) la descripción detallada de las principales enfermedades reproductivas donde se enfatizan los procedimientos de diagnóstico y las estrategias para su control y 2) la incorporación de la técnica ecográfica del aparato reproductor del toro como contribución a la mejora en el diagnóstico y en el pronóstico de las patologías reproductivas.

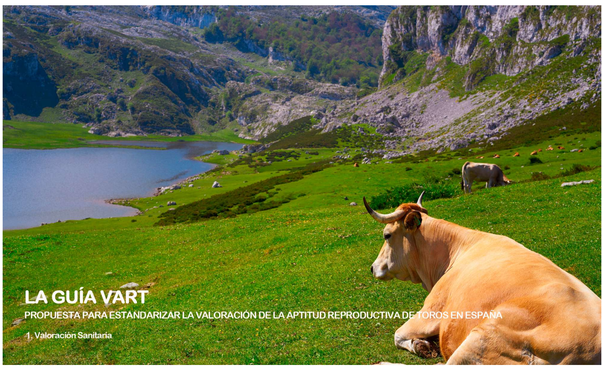
Pensamos que mientras los protocolos y la interpretación de las diferentes valoraciones de la metodología BBSE debe ser la parte esencial del consenso que promovemos desde esta guía, la concreción sobre qué valoraciones deben llevarse a cabo para determinar la ApR de un toro, se adaptaría a la diversidad de escenarios donde se puedan encontrar los toros.

A nivel de ganadería la actuación debería estar integrada en el programa anual sanitario y reproductivo general, debiendo tener siempre presente la situación epidemiológica de la ganadería y del área geográfica donde se encuentre. Concretamente, las valoraciones Sanitaria, Física y Habilidad Copulatoria podrían ser las recomendadas para toros con ApR conocida, mientras que la ampliación a la valoración Seminal se haría para toros de nueva incorporación y para aquellos que se hubieran detectado con baja fertilidad.

Actualmente, el escenario más habitual quizás sea la evaluación de la ApR de sementales destinados a transacciones comerciales promovidas desde asociaciones de ganaderos o desde entidades de origen Local o Autonómico. En estos casos, las valoraciones Sanitaria, Física y Seminal serían las recomendadas.

Finalmente, llamamos a la participación de aquellos que reciban este documento mediante la realización de una breve encuesta que se encuentra incorporada al mismo. La participación puede consistir en la simple valoración del documento, o en la aportación adicional de sugerencias con las que impulsar el debate con los responsables de cada uno de los capítulos. La segunda opción es la que consideramos más importante de cara a dinamizar el debate para lograr el mayor grado de consenso posible.

La bibliografía de esta Introducción se encuentra en el capítulo 3.



Luis Miguel Ortega-Mora, Gema Álvarez-García, Roberto Sánchez-Sánchez, Esther Collantes-Fernández

Saluvet, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. saluvet@ucm.es

1. Introducción

1.1. La valoración sanitaria

1.2. Factores a considerar en la compra e introducción de un semental

2. Enfermedades transmisibles que originan disfunciones orgánicas y alteraciones en la calidad seminal

2.1. Prepucio y pene

2.1.1. Abscesos

2.1.2. Papilomas

2.1.3. Miasis

2.2. Escroto

2.2.1 Dermatitis escrotal

2.3. Testículos y epidídimo

2.3.1. Orquitis y epididimitis

2.4. Glándulas accesorias

2.4.1. Seminovesiculitis

3. Enfermedades de transmisión sexual que se asocian con fallo reproductivo en hembras

3.1. Tricomonosis y Campilobacteriosis genital bovina

3.1.1. Definición e importancia

3.1.2. Etiología

3.1.3. Aspectos epidemiológicos

3.1.4. Patogenia y signos clínicos

3.1.5. Diagnóstico de laboratorio

3.1.6. Control

3.2. Diarrea Vírica Bovina

3.2.1. Definición e importancia

3.2.2. Etiología

3.2.3. Aspectos epidemiológicos

3.2.4. Patogenia y signos clínicos

3.2.5. Diagnóstico de laboratorio

3.2.6. Control

3.3. Rinotraqueítis infecciosa bovina

3.3.1. Definición e importancia

3.3.2. Etiología

3.3.3. Epidemiología

3.3.4. Patogenia y signos clínicos

3.3.5. Diagnóstico de laboratorio

3.3.6. Control

4. Enfermedades de las que el toro puede ser portador

4.1. Besnoitiosis bovina

4.1.1. Definición, distribución e importancia

4.1.2. Etiología y ciclo biológico

4.1.3. Aspectos epidemiológicos

4.1.4. Patogenia, signos clínicos y lesiones

4.1.5. Diagnóstico de laboratorio

4.1.6. Control

4.2. Paratuberculosis

4.2.1. Definición e importancia

4.2.2. Etiología

4.2.3. Epidemiología

4.2.4. Patogenia, signos clínicos y lesiones

4.2.5. Diagnóstico de laboratorio

4.2.6. Control

4.3. Otras

4.3.1. Leptospirosis

4.3.2. Clamidiosis

4.3.3. Fiebre Q

4.3.4. Neosporosis

4.3.5. Babesiosis, theileriosis, anaplasmosis

4.3.6. Enfermedad de Schmallenberg

5. Conclusiones

6. Bibliografía

2. Enfermedades transmisibles que originan disfunciones orgánicas y alteraciones en la calidad seminal

Las disfunciones orgánicas producidas por agentes transmisibles están causadas por efecto directo del patógeno sobre el aparato reproductor, al multiplicarse en el mismo y causar daño tisular, difícultando la habilidad copulatoria o alterando la calidad espermática (Jubb, 1985; Van Camp, 1997). Estas enfermedades pueden ser detectadas en la valoración física de los órganos del aparato reproductor del toro, aunque se considera necesaria la confirmación del diagnóstico mediante las pruebas de laboratorio correspondientes. A continuación, se describen los principales agentes que originan disfunciones orgánicas y alteraciones en la calidad seminal.

2.1. Prepucio y pene

2.1.1. Abscesos

Los abscesos prepuciales ocurren frecuentemente en la porción libre del pene o en la unión del prepucio y pene, pudiendo producir adherencias en pene/prepucio o estenosis prepucial, ocasionando problemas en la movilidad y exteriorización del pene. Están causados normalmente por *Trueperella pyogenes* (denominado antiguamente *Arcanobacterium pyogenes*; Figura 2), bacilo que se encuentra como habitante normal en la mucosa genital.



Figura 2. Absceso en el pene de un toro, producido por *T. pyogenes* (Cortesía de Carlos Campero)

2.1.2. Papilomas

El fibropapiloma peneano es un tumor benigno causado por Papilomavirus (Familia Papillomaviridae), siendo más frecuente en toros jóvenes (Figura 3) y raro en toros mayores de tres años. El virus penetra a través de abrasiones del epitelio del pene provocadas por la monta, principalmente entre toros. También puede transmitirse por medio de fómites contaminados. El papiloma puede ser simple o múltiple, con forma de coliflor o múltiples masas. Se puede localizar en la porción libre del pene o en el prepucio. Los papilomas pueden afectar a la fertilidad del toro ya que pueden provocar fimosis o parafimosis (según su tamaño), sangrado, fístulas o impedir la copulación por dolor que producen. Si bien, a veces regresa por sí mismo, otras veces persiste en el tiempo y es necesario su eliminación por cirugía, electrocauterización o criocauterización.



Figura 3. Papilomas en el pene de un toro de dos años (Cortesía de Carlos Campero)

2.1.3. Miasis

Las larvas de moscas (ej. *Wohlfahrtia magnifica*) se localizan en heridas especialmente en partes del cuerpo difícilmente accesibles, como el prepucio (Figura 4), produciendo una inflamación en la zona, que impide la cópula por lo molesta que produce al animal. A veces las lesiones son irreversibles y los tejidos dañados son susceptibles a reinfecciones. Son frecuentes en épocas y zonas calurosas.



Figura 4. Prepucio de un toro con miasis

2.1.4. Balanopostitis

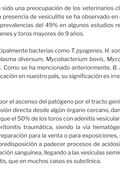
La inflamación del pene se denomina balanitis y la inflamación del prepucio postitis, por lo que la inflamación de ambas estructuras se denomina balanopostitis. Este proceso impide la cópula por el dolor que ocasiona en el animal. En otras ocasiones, las adherencias impiden la exteriorización del pene. En el ganado bovino, entre las causas bacterianas de la balanopostitis se ha descrito a *Mycobacterium bovis* que produce una lesión granulomatosa en el pene y a la enfermedad venérea granular producida por el *Histophilus* sp. La presencia de *T. pyogenes*, considerado como patógeno oportunista, se asocia a casos de balanopostitis supurativa. Sin embargo, **la causa más importante de la balanopostitis pustular infecciosa en el toro es la producida por el herpesvirus 1 bovino.**

Balanopostitis pustular infecciosa (revisado en Van Oirschot, 1995 y Muylkens et al., 2007)

El agente causal es el herpesvirus 1 bovino (BHV1) en su forma genital y reproductiva. En la hembra ocasiona la vulvovaginitis pustular infecciosa (IPV) y en el macho la balanopostitis (IPB). La infección se transmite durante el coito y también de toros adultos a toros jóvenes cuando están en contacto, antes del servicio. Se presenta en rebaños donde se realiza la monta natural.

El virus se multiplica en la mucosa del pene y prepucio desde el día 1 a 3 después de la cópula, produciéndose la forma aguda de la infección. En esta fase se observa hiperemia de la mucosa y hemorragias en los tejidos linfoides del pene y prepucio, que se transforman en pústulas y úlceras de 1 a 3 mm de tamaño. A veces, por unión de pústulas o vesículas cercanas se forman placas membranosas de color blanco-amarillento. Las lesiones se pueden infectar por bacterias y se observa una descarga prepucial purulenta (Figura 5).

Figura 5. Pústulas en el pene y prepucio de un toro con balanopostitis pustular infecciosa (Cortesía de Carlos Campero)



En esta fase el animal puede tener fiebre, orina frecuentemente, está deprimido y puede presentar anorexia. También puede observarse una disminución de la motilidad y anomalías de los espermatozoides como consecuencia de la afectación del estado general del animal por la infección. Desde los días 2-7 después de la primoinfección, es cuando el toro elimina una mayor cantidad de virus en el pene y el prepucio, que puede contaminar el semen. Aunque puede producir infertilidad transitoria, las lesiones suelen desaparecer sin consecuencias en el lapso de 2 semanas. Si las lesiones son muy graves, las cicatrices pueden ocasionar adherencias o desviaciones del pene.

En cuanto al diagnóstico, la infección aguda con el desarrollo de las lesiones típicas ocurre en los días 1-3 después de la cópula, mientras que la respuesta de anticuerpos se empieza a observar a los 7-10 días. Además, se ha descrito que cuando la infección tiene lugar por la vía genital, la respuesta de anticuerpos es variable, siendo de intensidad menor e incluso indetectable. Por ello, se deben tomar muestras de la mucosa del pene y prepucio para el aislamiento o detección del virus por RT-PCR, realizándose un rasgado vigoroso de las superficies mucosas con un hisopo, o lavando el prepucio con una solución salina que se recuperará de forma adecuada. Las muestras se deben suspender en un medio de transporte y se enviarán rápidamente al laboratorio a 4°C.

2.2. Escroto

2.2.1 Dermatitis escrotal

La función del escroto no es sólo de protección del testículo, sino que también forma parte de la termorregulación del mismo, manteniendo su temperatura testicular 2-7 °C por debajo de la temperatura corporal. Por lo tanto, aquellas causas de naturaleza transmisible que originen una inflamación en el escroto van a dar lugar a una alteración en el sistema de termorregulación. En los casos de inflamación grave, se puede alterar la espermatogénesis, ya que se produce una hipertermia y degeneración testicular. El contenido escrotal suele ser doloroso y turgente en los procesos agudos de dermatitis. Cuando la inflamación se prolonga en el tiempo y el grosor de la piel es mayor de 1 cm, el pronóstico es desfavorable, produciéndose una degeneración testicular avanzada. En estos casos el animal puede quedar estéril.

Entre las causas infecciosas responsables de dermatitis escrotal en el bovino, destacan algunas infecciones parasitarias, como las producidas por *Besnoitia besnoiti* (protozoo) que finaliza con una hiperqueratosis (Figura 6), *Chorioptes bovis* (ácaro), *Haematopinus eurysternus* y *Linognathus pedalis* (piojos) e infecciones por hongos como las causadas por *Dermatophilus congolensis*.

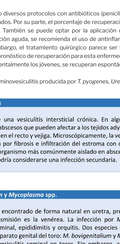


Figura 6. Hiperqueratosis del escroto y perineal (Cortesía de Javier Carvajal)

2.3. Testículos y epidídimo

2.3.1. Orquitis y epididimitis

En el toro se han descrito numerosos microorganismos, tanto bacterias (*T. pyogenes*, *H. sommus*, *Salmonella*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Brucella abortus*, *Chlamydiae*, *Mycobacterium* y *Leptospira*), como protozoos (*B. besnoiti*). Históricamente la brucelosis y la tuberculosis han sido las principales causas de orquitis en el toro, pero hoy en día tienen muy poca importancia como causa de este proceso, debido a que estas enfermedades se han controlado en España, gracias a las campañas de control y erradicación. Por su parte, *T. pyogenes* suele ser uno de los agentes más comúnmente aislados y, en el momento actual, *B. besnoiti* es una causa frecuente de orquitis en zonas donde la enfermedad está presente (ver apartado 4.1.). También se han descrito casos de orquitis asociadas a infecciones víricas que causan arteritis, como sucede con el virus de la lengua azul y de la fiebre catarral maligna.

El agente puede alcanzar el testículo por vía hematógena, a través de heridas de la piel, por extensión de una infección adyacente o por la vía urinaria. La infección e inflamación aguda del testículo, de sus envolturas serosas y del epidídimo, provoca engrosamiento y adherencias de las serosas parietal y vaginal, obstrucción del epidídimo, degeneración y atrofia del testículo y la consiguiente subfertilidad o esterilidad. Después de algún tiempo (estado crónico), el testículo disminuye de volumen, se torna duro, insensible al dolor y se produce su degeneración y atrofia. En el ecualizado se observa volumen y concentración disminuida, y en ocasiones, aspermia, azoospermia, necrospermia, aglutinaciones aumentadas y motilidad disminuida, aumento de formas anormales espermáticas de acrosoma y cabezas sueltas. Los signos clínicos que presenta el toro durante la fase aguda consisten en un aumento de la temperatura corporal, pérdida de apetito, bolsa escrotal aumentada de volumen, caliente al tacto, edematosa y con dolor. En algunos casos, el testículo se transforma en una enorme bolsa de pus y tejido necrosado. La orquitis puede ser unilateral o bilateral y puede ir acompañada de periorquitis y epididimitis. A la palpación se observa un aumento del tamaño de la cola del epidídimo o ésta está afectada.

El pronóstico es muy grave si no se instaura un tratamiento adecuado, ya que es raro que el testículo pueda regenerar en su totalidad su actividad funcional. Sin embargo, en casos que evolucionan bien, el apetito sexual puede reaparecer y la fertilidad restablecerse al cabo de dos o tres meses.

2.4. Glándulas accesorias

2.4.1. Seminovesiculitis

Revisado en: Cavalieri & Van Camp (1997); Hull & Vogel (2008) y Martínez *et al.* (2009).

La seminovesiculitis es la enfermedad más común de las glándulas accesorias del aparato reproductor del toro. Se define clínicamente como una condición en la cual a la exploración rectal se encuentran cambios palpables en las vesículas seminales debido a un proceso inflamatorio agudo o crónico. Se acompaña de presencia de pus en el semen, una alteración de su calidad y una disminución de la fertilidad. La inflamación de las vesículas seminales se asocia frecuentemente con epididimitis, orquitis, prostatitis o ampulitis bulbouretral, por lo que se conoce con el término de síndrome de vesiculitis seminal.

La inflamación de las vesículas seminales en el toro ha sido una preocupación de los veterinarios clínicos desde hace mucho tiempo, siendo una de las enfermedades genitales más importantes en el toro. La presencia de vesiculitis se ha observado en el 0,85-10% de los toros sometidos a evaluación de aptitud reproductiva, aunque también se han descrito prevalencias del 49% en algunos estudios realizados en Estados Unidos. La edad parece ser un factor predisponente siendo más frecuente en toros jóvenes y toros mayores de 9 años.

Existen numerosos agentes que causan vesiculitis, principalmente bacterias como *T. pyogenes*, *H. somni*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia coli*, *Mycoplasma bovigenitalium*, *Mycoplasma bovis*, *Ureaplasma diversum*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium paratuberculosis* *Leptospira interrogans serovariedad Hardjo*, *Chlamydiae*, *Proteus mirabilis*, etc. Como se ha mencionado anteriormente, B. abortus fue en su día una causa importante de este proceso pero, debido a las campañas de control y erradicación en nuestro país, su significación es irrelevante a día de hoy. El herpesvirus 1 bovino también puede infectar las glándulas accesorias del toro.

La infección de las glándulas vesiculares puede ocurrir por el ascenso del patógeno por el tracto genitourinario, por el descenso desde el tracto urinario o reproductivo superior, por vía hematógena o por la invasión directa desde algún órgano cercano, dando lugar a una inflamación que puede ser bilateral o unilateral. En un estudio postmortem, se ha encontrado que el 50% de los toros con adenitis vesicular tuvieron problemas de origen no reproductivo como endocarditis, bronconeumonía, poliartritis y reticuloperitonitis traumática, siendo la vía hematógena la responsable de la infección de las glándulas vesiculares. Los toros, especialmente, de un año y en preparación para la venta o para exposiciones, se mantienen con raciones con un alto contenido en energía, similares a los animales de engorde, y tienen predisposición a padecer procesos de acidosis ruminal. Al existir una barrera ruminal deteriorada debido a la inflamación, las bacterias acceden a la circulación sanguínea, llegando a las vesículas seminales. En este caso, la infección de las glándulas sería el resultado de una bacteriemia secundaria a una ruminitis, que en muchos casos es subclínica.

Los toros afectados pueden tener signos clínicos consistentes en fiebre, anorexia, arqueamiento de la columna, pueden mostrarse reacios a moverse, presentar dolor durante la defecación, eyaculación o palpación rectal, y los nódulos linfáticos inguinales pueden estar aumentado de tamaño. En animales con una inflamación crónica, pueden existir fístulas en el recto, uretreos o cavidad peritoneal. No obstante, en muchos casos no hay signos clínicos evidentes y la enfermedad es detectada solamente cuando los toros se someten a una evaluación de su aptitud reproductiva. El eyaculado suele presentar una apariencia purulenta, decolorado, con presencia de sangre, y un pH aumentado (7,2). Microscópicamente, la morfología de los espermatozoides suele ser normal y se observa un elevado número de leucocitos, principalmente neutrófilos.

Para confirmar el diagnóstico puede realizarse palpación rectal, ecografía, examen del eyaculado, y aislamiento bacteriano a partir del semen. En los casos de inflamación crónica se puede notar a la palpación rectal, que las glándulas pierden sus lobulaciones y se encuentran duras al tacto. Si hay abscesos se notan fluctuantes y cuando la inflamación es aguda, puede presentarse dolor al tacto.

El tratamiento de la vesiculitis es difícil. Se han probado diversos protocolos con antibióticos (penicilina, ceftiofur, florfenicol, tilcomisina y tulatromicina), siendo la tilmicosina y tulatromicina los más recomendados. Por su parte, el porcentaje de recuperación de los toros tratados con tulatromicina (88%) fue mayor que con tilcomisina (48%; Rovay *et al.*, 2008). También se puede optar por la aplicación de antibióticos de forma intraglandular (ceftiofur + penicilina; Rovay *et al.*, 2008). En los casos de inflamación aguda, se recomienda el uso de antiinflamatorios y la aplicación de láser frío para acelerar la cicatrización y estimular el drenaje en la zona. Sin embargo, el tratamiento quirúrgico parece ser la mejor elección aunque hay una serie de efectos adversos que deben tenerse en cuenta. Por lo tanto, el pronóstico de recuperación para esta enfermedad no es bueno y sólo se recomienda el tratamiento en toros jóvenes o de gran valor. Algunos toros, fundamentalmente los jóvenes, se recuperan espontáneamente.

A continuación, se describen las características de la seminovesiculitis producida por *T. pyogenes*, *Ureaplasma* y *Mycoplasma*.

Trueperella pyogenes

T. pyogenes produce una vesiculitis intersticial crónica. En algunos casos suelen encontrarse grandes abscesos que pueden afectar a los tejidos adyacentes, formando adherencias y fístulas en el recto y vejiga. Microscópicamente, la vesiculitis intersticial crónica se caracteriza por fibrosis e infiltración del estroma con células linfoides. *T. pyogenes* es el microorganismo más comúnmente aislado en abscesos hepáticos, por lo que la vesiculitis podría considerarse una infección secundaria.

***Ureaplasma diversum* y *Mycoplasma* spp.**

Estos agentes se han encontrado de forma natural en uretra, prepucio y semen. La principal vía de transmisión es la venérea. La infección por *Mycoplasma* puede originar vesiculitis seminal, epididimitis y orquitis. Dos especies de *Mycoplasma* se han detectado en el aparato genital del toro: *M. bovigenitalium* y *M. bovis*. La primera se ha asociado con vesiculitis seminal en toros. Sin embargo, aunque *M. bovis* es menos frecuente, ha mostrado ser más patógeno en la hembra tras la infección por vía venérea. La infección por *U. diversum* está relacionada con vesiculitis y prostatitis.

Continuar leyendo el capítulo...

3. Enfermedades de transmisión sexual que se asocian con fallo reproductivo en hembras

3.1. Tricomonosis y campelobacteriosis genital bovina

Revisado en: Bondurant (2005); García-Peña (2005); Michi *et al.* (2016); EFSA (2017a,b); Collantes-Fernández *et al.* (2018); Silveira *et al.* (2018) y Collantes-Fernández & Horcajo (2019).

3.1.1. Definición e importancia

La tricomonosis (TB) y campilobacteriosis genital bovina (CGB) son dos enfermedades venéreas del ganado bovino que son frecuentes en los sistemas extensivos donde se usa la monta natural. En España, los datos de prevalencia de ambas enfermedades obtenidos por el grupo SALUVET indican la presencia de estas enfermedades en los sistemas donde se utiliza la monta natural, con prevalencias individuales que pueden llegar hasta el 30%, dependiendo de la zona y de la presencia de factores de riesgo (Mendoza-Ibarra *et al.*, 2012; 2013; Collantes-Fernández *et al.*, 2014; 2019; Fort *et al.* 2016). Su diagnóstico en los sementales es de gran importancia porque cursan con fallo reproductivo temprano en la hembra y por su elevado riesgo de transmisión por vía venérea (Eaglesome, 1997).

Ambas enfermedades están incluidas en la Lista de Enfermedades de la OIE y en la Directiva Europea que regula el comercio de semen bovino (European Union, 1988; 2004). La OIE establece una serie de recomendaciones para estas enfermedades respecto al comercio de animales de cría, sementales y semen (http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm).

Las pérdidas económicas se asocian principalmente al fallo reproductivo temprano y son debidas a las causas que se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Las pérdidas económicas producidas por la TB y CGB

Importancia económica
• Baja fertilidad del rebaño
• Disminución del número de terneros nacidos por fallos o retrasos en la concepción
• Incremento en el intervalo de partos
• Retraso y dispersión en la paridera, ocasionando una disminución en la edad y en el peso del ternero al destete, y un aumento en los costes de alimentación
• Sacrificio de animales infectados y un aumento en la tasa de reposición
• Gastos veterinarios e incremento de los controles sanitarios y reproductivos del rebaño (muestreo, diagnóstico, implantación de sistemas de sincronización e inseminación artificial, etc.)

3.1.2. Etiología

El agente etiológico de la TB es el parásito protozoo *Tritrichomonas foetus* (Familia Trichomonadidae) y la bacteria *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis* (Clase Epsilonproteobacteria, Orden Campylobacterales) el agente etiológico de la CGB (Figura 7). Ambos patógenos se localizan en el tracto reproductor de la vaca y del toro.

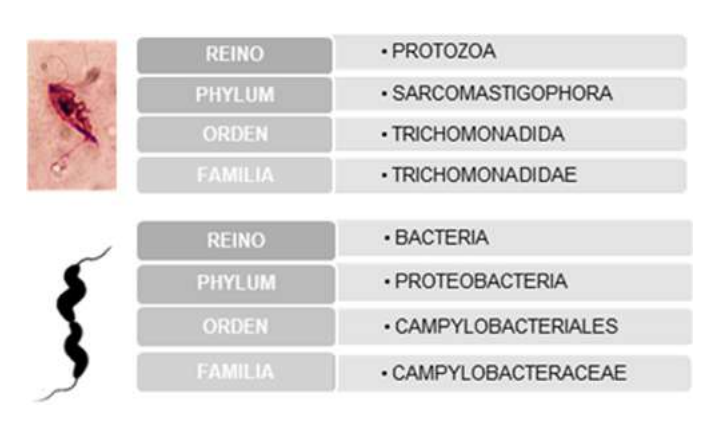


Figura 7. Clasificación taxonómica y morfología de *T. foetus* y *C. fetus venerealis*

3.1.3. Aspectos epidemiológicos

La transmisión de estos agentes se produce, casi exclusivamente, mediante la cópula (Figura 8). Ocasionalmente, si se utiliza material contaminado, pueden transmitirse de forma mecánica durante la inseminación artificial o durante la exploración vaginal.



Figura 8. Transmisión de la tricomonosis y de la campilobacteriosis genital

En la Tabla 5 se describen los principales factores de riesgo que contribuyen a la presentación de la TB y CGB.

Tabla 5. Factores de riesgo de la tricomonosis y a la campilobacteriosis genital

Factores de riesgo
• Monta natural
• Falta de pruebas de diagnóstico y cuarentena
• Vallado en mal estado
• Pastos comunales
• Toros compartidos
• Toros portadores (mayores de 3 años)

3.1.4. Patogenia y signos clínicos

En el toro, el patógeno se localiza preferentemente en la parte posterior de la mucosa prepucial, y en la vaca en los pliegues del cérvix. En el toro la infección es asintomática y la fertilidad no está afectada ya que la infección no tiene carácter invasivo, no produce lesiones ni alteraciones en la calidad seminal o en la libido. Sin embargo, el toro permanece infectado de por vida. En la vaca la infección es autolimitante en la mayor parte de los casos y se elimina aproximadamente a los 4 meses. El embrión o el feto se pierden casi siempre en el primer tercio de la gestación como consecuencia de la inflamación del útero. La manifestación clínica es el fallo reproductivo temprano. Los signos clínicos a nivel individual y de rebaño se resumen en la Figura 9.

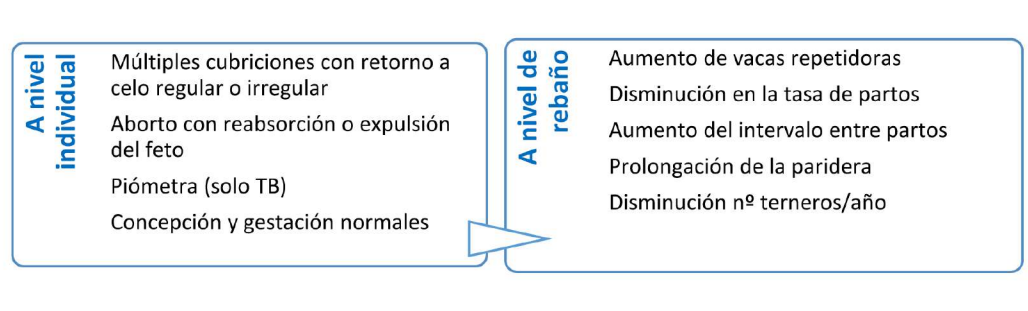


Figura 9. Signos clínicos a nivel individual y de rebaño de la tricomonosis y campilobacteriosis genital

3.1.5. Diagnóstico de laboratorio

El diagnóstico de la TB y CGB debe hacerse de forma conjunta en el semental, especialmente en zonas de ganadería extensiva donde se use la monta natural. Para el diagnóstico de la infección en un rebaño, lo recomendable es muestrear a los sementales en vez de a las hembras, debido a la persistencia de la infección en el toro.

La toma de muestras, el transporte y la detección del agente en el laboratorio, son puntos clave que deben llevarse a cabo siguiendo procedimientos normalizados y validados.

Recogida de muestras en el toro

La toma de muestras en el toro es un punto clave (Tabla 6), ya que de ella dependerá la fiabilidad de los resultados. La muestra de elección en el toro es el esmegma prepucial obtenido mediante un raspado prepucial con raspador (Figura 10). Los raspadores son instrumentos metálicos o plásticos de 70 cm de largo que tienen un extremo anterior ranurado de aproximadamente 10 cm de largo y 8 mm de diámetro, por medio del cual se facilita la acción del raspado de los pliegues prepuciales. Muchos autores han avalado su empleo por la rapidez con la que se opera y por la sencillez del método. Además, disminuye la contaminación por orina y no se necesita de un asistente para la toma de la muestra. Siempre se debe esterilizar el raspador antes de muestrear un animal o emplearse raspadores de un solo uso.

Tabla 6. Puntos clave en la toma de muestras en el toro

Antes de muestrear, los toros tienen que haber tenido un reposo sexual de, al menos, 2 semanas.
Se recomienda trabajar siempre en la manga y atar con una soga la pata coincidente con la zona de acceso al animal, para garantizar la seguridad del operario.
Para realizar el diagnóstico del rebaño se debe muestrear a todos los toros no vírgenes. El rebaño se considera infectado si se detectan toros positivos.
Utilizar siempre material de un solo uso o desinfectado para cada animal, extremando las condiciones higiénicas para evitar el contagio mecánico entre animales.
La contaminación de la muestra con heces, tierra, sangre u orina, o si no se ha realizado un raspado prepucial en profundidad puede dar lugar a falsos negativos.
Envío de las muestras al laboratorio lo antes posible (en 24-48 h). No refrigerar los medios de cultivo. La muestra para PCR si puede refrigerarse.
Se recomienda realizar 2 o 3 muestreos con un intervalo de 14 días, ya que incluso en las mejores condiciones, no se garantiza que todas las muestras tomadas de un toro infectado den un resultado positivo. La probabilidad de detectar un animal positivo si sólo analizamos una muestra es del 85-94%, pero variará dependiendo de las técnicas que se usen y las condiciones de la toma de muestras. Si se analizan dos muestras se alcanza una sensibilidad diagnóstica de al menos el 94% y del 99% si se analizan los toros tres veces.

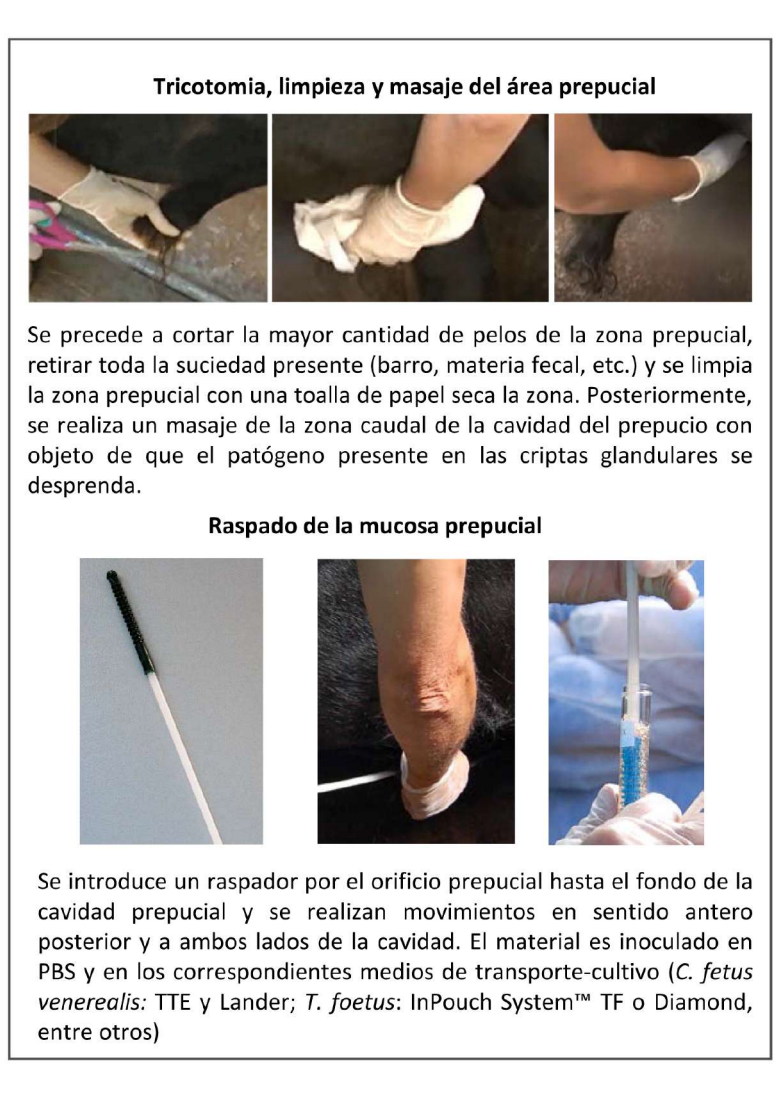


Figura 10. Procedimiento para la toma de una muestra de esmegma prepucial (Collantes-Fernández & Horcajo, 2019)

Recogida de muestras en la hembra, feto y placenta

Aunque el diagnóstico debe realizarse siempre en el macho, también es posible la detección de los patógenos en las hembras sospechosas o que han presentado signos clínicos. Se aconseja realizar el muestreo lo antes posible después de la cubrición de un toro positivo o sospechoso, o tras la detección de los primeros signos clínicos como piómetra y repeticiones de celo. Si el muestreo se realiza varios meses de finalizado el servicio, el valor de una muestra negativa es muy limitado debido al carácter autolimitante de la infección en la hembra, por lo que el diagnóstico es menos exitoso que en el macho. La presencia de vacas positivas tiene valor desde el punto de vista de un rebaño infectado y no como diagnóstico individual.

La muestra de elección en la hembra es el moco cérvico-vaginal que se recoge por medio de una pipeta de inseminación artificial o bien mediante la vaina de Cassou, muestreando el área cérvico-vaginal. En el caso de una piómetra se puede aspirar el contenido. El material recogido se inocula directamente en los medios de trasporte-cultivo específicos para cada patógeno y en PBS para PCR. El método de muestreo se describe a continuación:

Recogida de moco cérvico-vaginal en la hembra
Limpiar adecuadamente la zona del periné y la vulva con agua común y una esponja, secando los labios vulvares con papel descartable. No se aconseja el empleo de soluciones desinfectantes cuyos residuos pueden ser arrastrados por la pipeta e interferir luego en el cultivo. Se introduce la pipeta de IA hasta el cérvix y se recoge la muestra desde la porción posterior del cérvix y fondo de vagina mediante la aspiración con intermediario de goma y jeringa. En algunos casos, la pipeta puede introducirse en la uretra, recolectándose orina la cual es distinguible al extraerla. En ese caso se deberá muestrear nuevamente. Si la muestra se recoge mediante la pipeta de Cassou con la vaina azul descartable, es importante al introducir la vaina de plástico en el instrumento no manipular el extremo anterior para no agregar contaminantes. Se separan ambos labios vulvares y sin necesidad de fijar el cérvix por vía rectal, se introduce el instrumento armado hacia el área superior del fondo de la vagina, realizando movimiento de aspiración con el extremo posterior del instrumento y al mismo tiempo retirándolo hacia caudal. El vacío originado por el pequeño émbolo de plástico dentro de la vaina será suficiente para extraer volúmenes de mucus variables según fase del ciclo estral. Si el volumen de mucus extraído es escaso, se puede introducir con el mismo instrumento 3 a 5 ml de solución fisiológica estéril, realizar un lavado del fondo de vagina y luego extraer el líquido en forma inmediata. El material extraído se siembra en los medios de cultivos adecuados y en PBS para PCR. A veces, la consistencia de la muestra es filante, siendo dificultosa su introducción en los tubos de muestreo, en cuyo caso, se recomienda ayudarse con el mismo tapón del tubo. Se sugiere el empleo de tubos con tapa a rosca para la colocación de estas muestras.

Los fetos abortados no son muestras habituales en el diagnóstico. De ser factible, se podrá enviar un trozo de placenta abarcando 3 ó 4 cotiledones, pulmones, hígado y el fluido de abomaso y proventrículos.

Técnicas de diagnóstico

Las técnicas que se utilizan para el diagnóstico de la TB son:

– Cultivo *in vitro* e identificación microscópica del parásito en los medios de transporte-cultivo (InPouch o Diamond). La sensibilidad del cultivo depende en gran medida de la calidad de la muestra y del medio de cultivo, así como de las condiciones del transporte. Las ventajas de esta técnica son la sencillez de realización en los laboratorios de diagnóstico y su bajo coste. Sin embargo, no permite la discriminación de *T. foetus* de otros protozoos tricomonádidos intestinales y coprofílicos (Sager *et al.*, 2007).

– PCR a partir de la muestra de esmegma prepucial introducida en el tubo de PBS o en el de transporte-cultivo. El uso de la PCR en el diagnóstico de la TB es fundamental ya que detecta un bajo número de parásitos (incluso muertos), permite su detección en muestras con contaminación bacteriana y la identificación precisa de los animales infectados al diferenciar *T. foetus* de otros protozoos tricomonádidos intestinales y coprofílicos que pueden crecer en los medios de cultivo (Felleisen *et al.*, 1998).

Se recomienda el uso combinado de ambas técnicas para aumentar la sensibilidad y la especificidad en el diagnóstico de la TB si no se hacen remuestreos. En el caso de resultados discordantes o no concluyentes, se recomienda muestrear de nuevo al animal.

Las técnicas que se utilizan de rutina para el diagnóstico de la CGB son:

– Cultivo de *C. fetus venerealis*, pruebas de crecimiento y bioquímicas. Se realiza sembrando la muestra de esmegma prepucial en el medio de transporte (Lander o TTE). La confirmación del aislamiento y la distinción entre las subespecies de *C. fetus* debe llevarse a cabo mediante pruebas de crecimiento y bioquímicas (Tabla 7).

Tabla 7. Características diferenciales de varias especies de *Campylobacter* que pueden aislarse del tracto genital bovino y de los fetos abortados (OIE, 2017).

Especie	25ºC	42ºC	Oxidasa	Catalasa	NaCl 3,5%	Glicina 1%	H_2S cisteína
C. fetus venerealis	V	V[a]	+	V	-	-[e]	-
C. fetus fetus	V	V[a]	+	+	-	+	+
C. jejuni	-	V[b]	+	V[c]	-	V	+
C. hyointestinalis	-	+	+	+	-	V	ND
C. sputorum	-	+	+	V	+	+	ND

+: Reacción o crecimiento positivo.
-: Reacción negativa o ausencia de crecimiento de la cepa en un medio adecuado bajo condiciones específicas.
V: resultados variables.
ND: indeterminado.
[a] Aunque *C. fetus* no es una especie termófila de *Campylobacter*, se ha descrito su crecimiento a 42ºC.
[b] *C. jejuni jejuni* es positivo; *C. jejuni doylei* es negativo.
[c] *C. jejuni jejuni* es positivo; *C. jejuni doylei* es variable.
[e] *C. fetus venerealis* biovar *intermedius* puede tolerar concentraciones más altas de glicina.

La correcta identificación de *C. fetus venerealis* es indispensable ya que otras especies de *Campylobacter*, por su localización (*C. sputorum*) o por contaminación con heces (*C. fetus fetus, C. jejuni* o *C. hyointestinalis*), pueden estar presentes en la muestra de esmegma prepucial utilizada para el diagnóstico. Aunque esta técnica de diagnóstico ofrece algunas ventajas, como su disponibilidad en los laboratorios, la capacidad de permitir la diferenciación de subespecies de *Campylobacter* spp. y la posibilidad de realizar estudios de resistencia a antibióticos, presenta también numerosos inconvenientes. El cultivo tiene baja sensibilidad debido a la escasa viabilidad del patógeno fuera del hospedador. Esta escasa viabilidad puede estar propiciada por la presencia de algunos antibióticos presentes en el medio de transporte, y por la gran sensibilidad de *C. fetus venerealis* a las oscilaciones de temperatura desde el muestreo hasta su llegada al laboratorio, especialmente, cuando transcurren más de 24 horas. Además, hay que considerar que esta bacteria presenta un crecimiento lento e insidioso, y puede haber crecimiento y competición de otras bacterias presentes en el prepucio. Dentro de la propia subespecie encontramos además una gran variabilidad. Existe además, una cepa intermedia, *C. fetus venerealis* biotipo biovar *intermedius* que ha demostrado tener cierta tolerancia a concentraciones del 1% de glicina y cuya significación clínica aún se desconoce. Estos inconvenientes hacen que el cultivo bacteriológico no sea la técnica de elección para el diagnóstico rutinario de la CGB (Fort *et al.*, 2016).

– PCR: es la técnica que más se utiliza de rutina en los laboratorios de diagnóstico. Existen diferentes técnicas de PCR, siendo las basadas en el gen nanE las que han mostrado una mayor sensibilidad y especificidad (Abril *et al.* 2007; van der Graaf-van Bloois *et al.*, 2013). **Sin embargo, actualmente no se dispone de ninguna PCR que permita identificar con fiabilidad las cepas de *C. fetus* a nivel de subespecie.** En este sentido, se han señalado inconsistencias en el diagnóstico de la CGB, detectando por PCR *C. fetus venerealis* en toros de explotaciones sin problemas reproductivos aparentes o en toros vírgenes, lo que cuestiona la especificidad de la PCR, la cual se ha visto que, además, podría variar dependiendo de los aislados de la zona geográfica que se estudie (Sanhueza *et al.*, 2014). Estudios previos realizados en el grupo SALUVET han observado también problemas de especificidad al aplicar estas técnicas de PCR en muestras de campo de nuestro país (Fort *et al.*, 2016).

Debido a las inconsistencias encontradas en el diagnóstico de la CGB hay que proceder con precaución al emitir un diagnóstico positivo. Desde el punto de vista práctico se recomienda el uso de técnicas de PCR perfectamente validadas en relación a su especificidad y un resultado positivo debe asociarse con un empeoramiento de los parámetros reproductivos.

3.1.6. Control

Tratamiento

En la actualidad no hay agentes terapéuticos eficaces aprobados frente a la TB.

En *C. fetus venerealis*, se han obtenido buenos resultados con oxitetraciclina L.A. (0,10 ml/kg), a dos dosis con un intervalo entre ambas de 72 horas, combinado con tetraciclina común, vía intraprepucial (50 ml; Campero *et al.*, 1993; Fort *et al.*, 2016). **Se deben realizar los controles de eficacia *a posteriori*, a partir de 25-30 días post-tratamiento y siempre volver a analizar estos animales. El tratamiento es de especial interés en casos en los que el toro tiene un elevado valor económico, en toros jóvenes o si existe un gran número de toros infectados en el rebaño.**

Vacunación

Para la TB y CGB, existen vacunas inactivadas comercializadas en Estados Unidos y Sudamérica de forma monovalente (Trich Guard®) o polivalente combinada con *C. fetus venerealis* y *Leptospira* (Trich Guard V5-L®). Además, en Argentina, se encuentra disponible una vacuna oleosa inactivada (Tricovac, Laboratorio Biológico Tandil). Sin embargo, en Europa estas vacunas no están registradas y solo está permitido su uso previa autorización por la Agencia del Medicamento. También existe la posibilidad de la utilización de autovacunas, pero su eficacia no se conoce, ya que dependerá del adyuvante utilizado y la composición antigénica. Actualmente, el grupo Saluvet está trabajando en una vacuna frente la TB con resultados prometedores. La vacunación frente a la TB es altamente recomendable en rebaños que comparten pastos, que tienen toros mayores de 3 años, no realizan un análisis periódico de los machos o tienen un alto número de toros infectados. La vacunación es eficaz en las hembras pero no en el toro, y aunque no previene la infección, reduce la gravedad y su duración, permitiendo la desaparición de la infección en hembras vacunadas antes de que sea un riesgo para el feto. De este modo, el principal objetivo de las vacunas frente a la TB es evitar la cervicitis, endometritis y placentitis, las cuales ocasionan infertilidad y pérdida de gestación.

Medidas de manejo del rebaño

La práctica de la inseminación artificial es una medida muy útil para reducir y eliminar la infección. Sin embargo, en los rebaños donde no sea posible, **se recomienda la realización de análisis periódicos en los machos** y las siguientes medidas (Rae & Crews, 2006; Figura 11):

Medidas preventivas

En aquellas explotaciones no infectadas con factores de riesgo se recomienda tomar las siguientes medidas preventivas para impedir la entrada de estas enfermedades:

– Control del movimiento de los animales, tanto machos como hembras. Este control incluye mantener las cercas en buen estado.

– Evitar pastos comunales. Si no es posible y los toros aprovechan estos pastos junto con las vacas, se recomienda que todos los toros que utilicen los pastos sean negativos a estas enfermedades y repetir el diagnóstico al finalizar su aprovechamiento.

– Llevar a los pastos comunales únicamente vacas y novillas preñadas, medida que se puede facilitar mediante una adecuada programación de la paridera.

– Usar sólo toros o novillas vírgenes como reposición o, en su defecto, toros jóvenes tras comprobar su procedencia y estado sanitario.

– Mantener la edad media de los toros de rebaño tan joven como sea posible.

– Diagnóstico y cuarentena de los toros adquiridos. Se recomienda el análisis de dos muestras de esmegma prepucial con dos semanas de intervalo si el toro procede de una explotación negativa y de, al menos tres, si procede de un rebaño con antecedentes.

– No mezclar las vacas o novillas de estado sanitario desconocido durante la temporada de cubrición.

Medidas de control

Cuando estas infecciones han sido diagnosticadas en un rebaño, además de las medidas preventivas expuestas anteriormente, se aconseja adoptar las siguientes medidas de control para reducir su impacto y para lograr su erradicación:

– Diagnóstico y sacrificio de los toros infectados o tratamiento, si está presente la CGB, siendo importante verificar la eficacia del tratamiento.

– Uso de inseminación artificial hasta que se controle el problema.

– Evitar la rotación de los toros entre lotes.

– Reducir el periodo de cubrición a no más de 90 a 120 días para acortar el periodo de transmisión de la infección. Además, una larga temporada de cubrición puede enmascarar la baja fertilidad atribuible a estas infecciones. Si es necesario alargar la temporada de cubrición es porque hay un problema de fertilidad y acortar el periodo de cubrición es una forma de detectarla.

– Se recomienda la separación del rebaño de dos grupos en función del riesgo de estar infectados. El grupo de bajo riesgo estaría formado por las hembras vírgenes, vacas que no han estado en contacto con toros positivos o sospechosos, vacas con más de cinco meses de gestación o vacas paridas. Éstas deben de ser cubiertas por toros vírgenes o no infectados. El resto de reproductoras (vacas expuestas a toros infectados, vacas preñadas de < 5 meses, vacas no gestantes, con o sin piómetra o vacas abortadas) sería el grupo de riesgo. Estos animales pasan al grupo de animales de bajo riesgo, una vez hayan eliminado la infección, considerándose una buena medida el dejar transcurrir 90-100 días después de la cubrición o, si están preñadas, superar los 5 meses de gestación. Además, se deben eliminar aquellas vacas que no quedan preñadas durante mucho tiempo y las que abortan de manera repetida, ya que podrían ser portadoras de la enfermedad.

– Realizar un diagnóstico temprano de gestación (35 – 60 días) para detectar pérdidas reproductivas tempranas. Aquellas vacas con diagnóstico de gestación negativo formarán parte del grupo de alto riesgo.

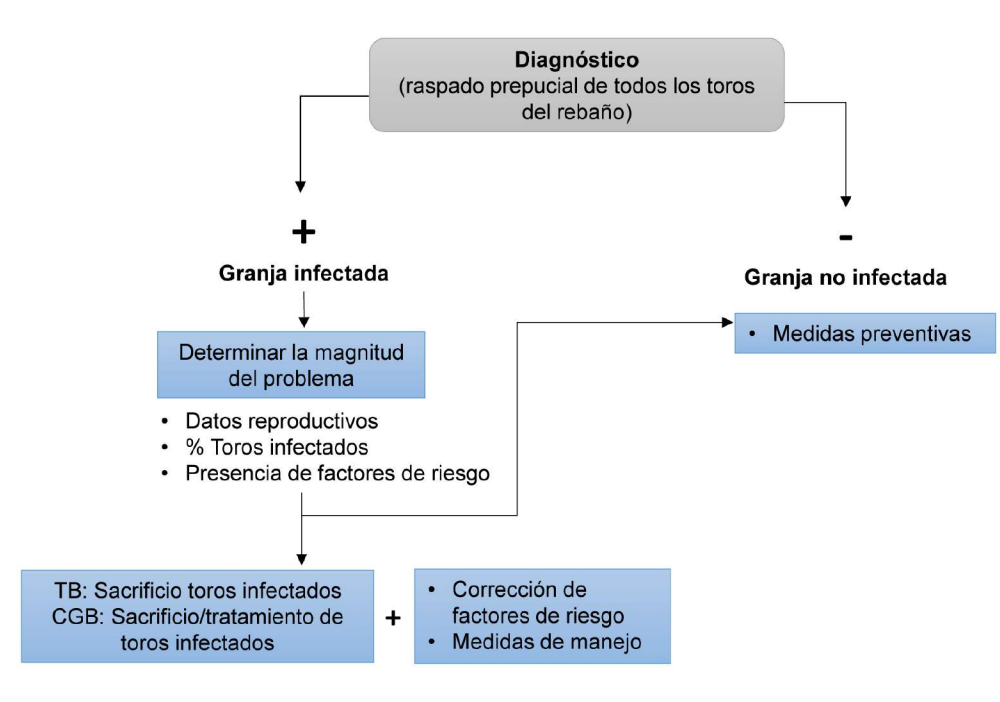


Figura 11. Principales medidas de prevención y control de la tricomonosis y campilobacteriosis genital (Collantes-Fernández & Horcajo, 2019)

3.2. DIARREA VÍRICA BOVINA

Revisado en: Kirkland *et al.* (1991); Houe (1999; 2006); Brodersen (2014); Lanyon *et al.* (2014); Evans et al. (2018); Givens (2018).

3.2.1. Definición e importancia

La diarrea vírica bovina (BVD) es una enfermedad de gran importancia en el ganado bovino que cursa con diferentes formas clínicas. En el semental la infección ocasiona alteraciones en la calidad del semen, se transmite a las hembras a través de la cubrición, y puede ocasionar fallo reproductivo y mortalidad neonatal. La BVD está incluida en la Lista de Enfermedades de la OIE y en la Directiva Europea que regula el comercio de semen bovino (European Union, 1988; 2004). La OIE establece una serie de recomendaciones para estas enfermedades respecto al comercio de animales de cría, sementales y semen (http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm).

En España, no hay muchos estudios publicados sobre la prevalencia de la BVD en las diferentes comunidades autónomas. Es necesaria la realización de estudios nacionales que permitan conocer la situación real de la enfermedad, haciendo referencia a la presencia de animales con infección persistente como principales causantes de la diseminación de la enfermedad. En nuestro país los diferentes estudios señalan que la BVD es una enfermedad endémica ampliamente distribuida, describiéndose datos que avalan la presencia del virus en el más del 80% de los rebaños y en más del 50% de los animales muestreados (San Miguel *et al.*, 2008). Concretamente en el ganado lechero estos valores pueden superar el 70% de prevalencia de rebaño (Mainar-Jaime *et al.*, 2001; Vega *et al.*, 2004; Eiras, 2010) y llegar al 100% en ganado en extensivo (Gómez-Pacheco *et al.*, 2006; Eiras 2010) en diferentes zonas geográficas de nuestro país. Asimismo, en un estudio reciente donde se muestrearon rebaños con signos clínicos compatibles con la enfermedad, se detectó el virus en más del 30% de los rebaños (Astiz *et al.*, 2016).

Las pérdidas económicas se asocian, en el vacuno de leche, con problemas reproductivos y mastitis, con un coste entre 21 y 135 euros por vaca tras la aparición de un brote (Lindberg *et al.*, 2006). En el vacuno de carne la enfermedad se asocia con problemas sanitarios en terneros y recría, con diarreas y neumonías en cebaderos. En vacas nodrizas se ha estimado unas pérdidas de 58 euros por año y vaca. Si ocurre un brote las pérdidas pueden ascender a 314 euros por vaca durante algunos meses y hasta 96 euros por vaca durante un año (Gunn *et al.*, 2004). Por otra parte, es también una enfermedad importante desde el punto de vista de exportación de animales a terceros países, ya que puede suponer una frontera para la comercialización de animales vivos.

3.2.2. Etiología

El virus de la diarrea viral bovina es un Pestivirus de la familia de las Flaviviridae. Existen dos genotipos antigénicamente distintos, los tipos 1 y 2. Generalmente, el virus tipo 1 es el más común y el tipo 2 se ha asociado con brotes graves. Ambos genotipos pueden darse en las formas citopática (CP) y no citopática (NCP), clasificadas en función de si produce o no cambios visibles en los cultivos celulares. Generalmente, el que circula en las poblaciones de ganado bovino es el biotipo NCP.

3.2.3. Aspectos epidemiológicos

Las fuentes de infección en un rebaño se resumen en la Tabla 8, siendo **el contacto directo con animales persistentemente infectados (PI) el principal modo y el más eficiente de transmisión en condiciones naturales,** ya que estos animales eliminan altas cantidades de virus y además el contacto del virus con los animales gestantes, hacen que nazcan más animales PI. Los animales con una infección aguda o transitoria pueden ser otra fuente de contagio, pero su papel epidemiológico es menos importante ya que solo pueden transmitir el virus durante las primeras semanas después de la infección (ver apartado de patogenia).

Por su parte, el toro también desempeña un importante papel en la epidemiología de la enfermedad, ya que puede eliminar el virus en el semen en tres situaciones diferentes (Givens, 2018):

Toros PI: la presencia del virus es constante en sus genitales y elimina grandes cantidades del virus en el semen durante toda su vida.

Toros con infecciones testiculares persistentes: pueden eliminar el virus a través del semen durante periodos de tiempo prolongados, aunque la cantidad de virus que eliminan en semen es menor que en los toros PI. No es frecuente.

Toros con infección transitoria: durante la infección aguda el virus se eliminará en el semen durante 15-20 días de media. La infección aguda de un toro por lo general no tiene mayores consecuencias para la tasa de preñez del rebaño ya que el título viral en el semen es bajo y de corta duración (Kirkland *et al.*, 1991).

Tabla 8. Fuentes de infección del virus BVD en un rebaño

Contacto con un PI propio o de otro rebaño
Compra de un animal PI o de una vaca gestante con un feto (PI)
Compra de un animal con infección aguda que transmita la infección a una vaca gestante
Salida de animales a ferias, concursos, exposiciones, etc.
Contacto con otros rumiantes PI o con infección activa
Uso de semen contaminado
Picadura de moscas hematófagas
Vehiculación del virus por el hombre, fómites, agua, etc.

3.2.4. Patogenia y signos clínicos

Cuando un animal no gestante se infecta, se produce una fase aguda, con una duración media aproximada de 15 días (infección transitoria), en la cual el animal es capaz de diseminar el virus. En esta fase, el virus produce una inmunosupresión transitoria en el animal que predispone a otras enfermedades (Figura 12). Posteriormente, el animal a las dos o tres semanas desarrolla anticuerpos y una respuesta celular, produciéndose la neutralización del virus y la protección del animal.

Si el animal está gestante, las consecuencias de la infección variarán en función del periodo de gestación en que se encuentre (Figura 12), destacando el nacimiento de un animal PI cuando la infección del feto se produce antes de que su sistema inmunitario esté desarrollado (entre los 30-120 días de gestación). Los animales PI, no desarrollan anticuerpos neutralizantes frente al virus, presentan grandes cantidades de virus en todos sus tejidos y son capaces de eliminarlos de por vida a través de secreciones y fluidos. Además, si estos animales llegan a su vida adulta y se usan como reproductores, en el caso de las hembras, tendrán descendencia PI. Desde el día 120-150 hasta los 180-200 de gestación, pueden aparecer efectos teratogénicos en el feto como atrofia cerebelar, degeneración ocular o braquignataia, entre otros (Lanyon *et al.*, 2014). Tras los 160 días de gestación la infección fetal puede dar lugar a aborto o al nacimiento de terneros normales con anticuerpos.

En el macho (Figura 12), durante la infección transitoria, el virus puede multiplicarse en la próstata, vesículas seminales y epidídimo, pudiendo disminuir la calidad del semen (reducción de la densidad, la motilidad y aumento de anormalidades espermáticas) y su fertilidad. En esta fase, el virus se elimina por el semen durante un periodo de 15-20 días hasta que desarrollan anticuerpos (Kirkland *et al.*, 1991). Además, se ha detectado antígeno del virus en células de Sertoli, espermatogonias y células epiteliales de la uretra (Borel *et al.*, 2007; Newcomer *et al.*, 2014). Las alteraciones en el semen desaparecen a los dos meses después de la infección. Sin embargo, los machos que nacen PI eliminarán el virus a través del semen durante toda su vida. También existen sementales con infección testicular persistente, aunque no son casos frecuentes. En estos animales, aunque seropositivos, el virus se replica en órganos inmunológicamente privilegiados como el aparato reproductor masculino y lo eliminan a través del semen durante periodos de tiempo prolongados, aunque en menor cantidad que los animales PI.

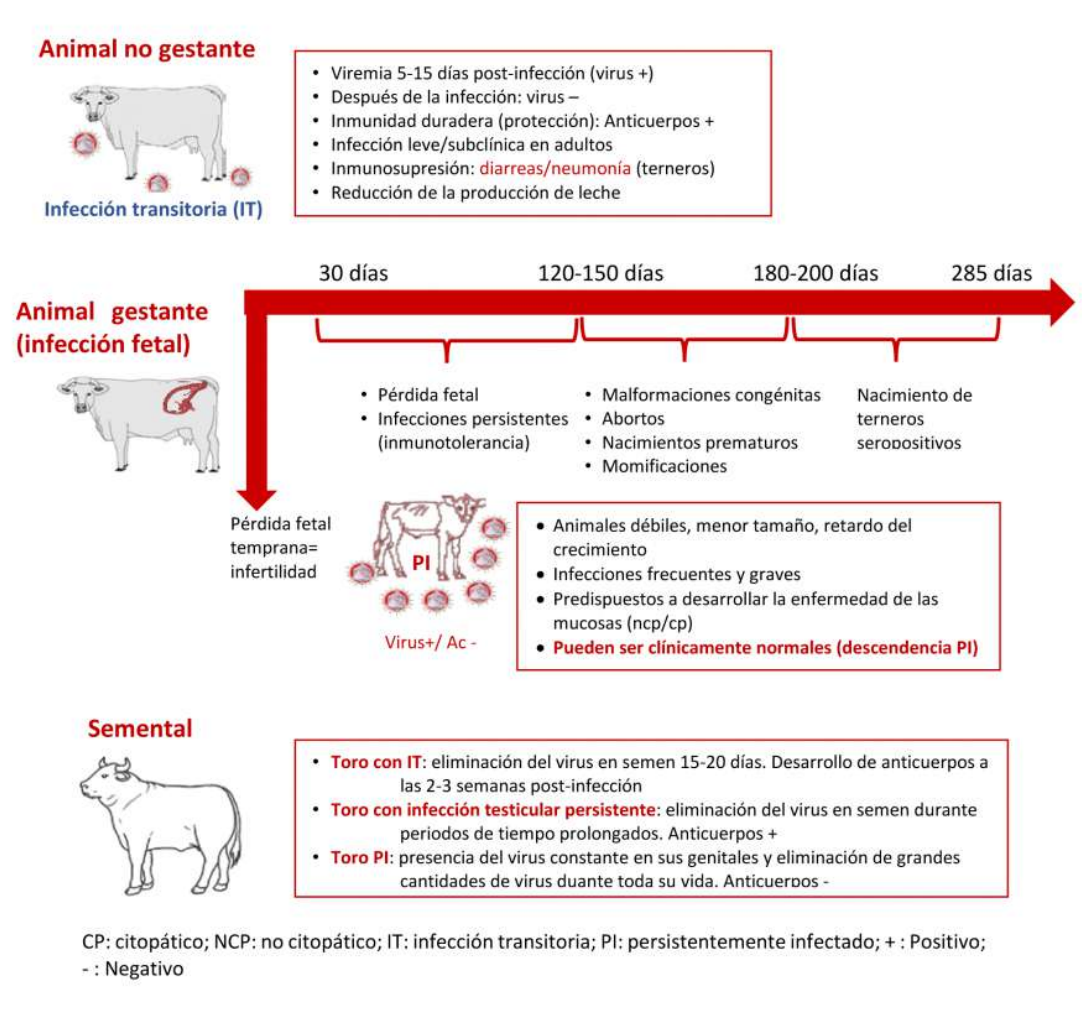


Figura 12. Patogenia y cuadro clínico de la BVD en animales no gestantes, gestantes y sementales

La BVD se presenta bajo muchas formas clínicas, que pueden ir, desde un cuadro subclínico en el que no se aprecian signos clínicos, hasta formas clínicas que cursan con diarrea o signos respiratorios que pueden agravarse hasta provocar la muerte del animal (Diéguez *et al.*, 2009). Los signos clínicos que más se asocian a la enfermedad son diarrea, infertilidad y abortos, aunque hay otros como malformaciones, signos respiratorios, muertes embrionarias tempranas y disminución de la producción de leche (Donate, 2014). Los animales PI generalmente presentan una mortalidad muy elevada (cercana al 50% el primer año de vida), dada su alta predisposición a padecer infecciones secundarias y a desarrollar la enfermedad de las mucosas. Esta enfermedad afecta solamente a los animales PI que sufren una infección poco después del nacimiento, por un biotipo CP homólogo antigénicamente al biotipo NCP, que produjo la inmunotolerancia.

3.2.5. Diagnóstico de laboratorio

Las técnicas de diagnóstico van destinadas a la detección del virus, antígenos virales o a la detección de anticuerpos. **El diagnóstico de la infección en el toro debe ir encaminado a la identificación de animales con infecciones testiculares persistentes y PI,** los cuales al diseminar el virus y además, producir semen de baja calidad, serían valorados como no aptos para su uso como reproductores. Para detectar los toros con infecciones testiculares y PI, y diferenciarlos de aquellos con una infección aguda o transitoria, se deben combinar los resultados, tanto de la detección del virus o antígeno, como de anticuerpos frente al virus. Además, se recomienda remuestrear (a los 21-45 días) a los animales positivos para confirmar la presencia del virus en semen o en sangre (Tabla 9).

Tabla 9. Detección de virus y anticuerpos en animales con infecciones testiculares y PI

Infección testicular persistente	PI	Infección transitoria
Anticuerpos: +	Anticuerpos: -	Anticuerpos: +
Virus en semen: +/+*	Virus en semen: +/+*	Virus en semen: +/-*
Virus en sangre: -/-	Virus en sangre: +/+*	Virus en sangre: +/-*

*Remuestrear a los 21-45 días para descartar una infección transitoria (IT). En los toros con IT, el virus se detectará en sangre o semen de forma transitoria.
PI: Persistentemente infectado
+ : Positivo
- : Negativo

Recogida de muestras

Se recogerá una muestra de sangre en un tubo sin anticoagulante para la determinación de anticuerpos en suero y con anticoagulante (EDTA) para la detección del antígeno o ARN del virus. Para detectar la presencia del virus en el semen se tomará una muestra del eyaculado. Todas estas muestras se enviarán perfectamente identificadas al laboratorio en refrigeración.

Técnicas de laboratorio

Actualmente hay una gran variedad de técnicas de laboratorio disponibles para la detección de anticuerpos por ELISA (ELISA gB0 o ELISA anticuerpos totales), para la detección de antígeno viral por ELISA o de ARN por RT-PCR. Las principales utilidades, ventajas, limitaciones, así como la interpretación de los resultados obtenidos por estas técnicas se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10. Principales técnicas de laboratorio disponibles para el diagnóstico de la BVD.

Técnicas y muestras	Utilidad y ventajas	Limitaciones	Observaciones
ELISA para determinación de anticuerpos (Ac) anti-gB0 (Suero o plasma sanguíneo)	- Resultado +: indica que ha existido replicación viral - Técnica rápida, barata que permite procesar un alto nº de muestras -Alta sensibilidad y especificidad	- La presencia de Ac no indica contacto reciente con el virus, puede ser una infección antigua - No permite diferenciar animales vacunados con vacunas vivas	-No debería haber interferencias con anticuerpos procedentes de vacunas inactivadas
ELISA indirecto para la determinación de Ac totales (Suero o plasma sanguíneo)	-Resultado +: indica presencia de Ac -Alta sensibilidad y especificidad	- La presencia de Ac no indica contacto reciente con el virus, puede ser una infección antigua - Las vacunas vivas e inactivadas producen resultados positivos	-Utilizar cuando no exista vacunación
ELISA detección de antígenos (Ag; tejido auricular, sangre con EDTA, suero o plasma sanguíneo)	-Resultado +: indica la presencia del virus -Útil para detectar PI	- Puede existir interferencia con Ac. calostrales en animales jóvenes	-Se recomienda la confirmación de un resultado positivo 21-45 días después
Detección del ARN del virus por RT-PCR (sangre con EDTA, suero o plasma sanguíneo, semen)	Resultado +: confirma la presencia del virus -Sensibilidad y especificidad elevada -Se puede trabajar con pooles -Útil para detectar PI	-Coste elevado -Necesita estandarización previa en los laboratorios de diagnóstico	-Se recomienda la confirmación de un resultado positivo 21-45 días después -Útil para diagnóstico de rebaño y descartar la presencia de un PI en un grupo

3.2.4. Control

Para el control de la enfermedad en un rebaño, lo más efectivo es la **identificación y eliminación de los animales PI,** la **vacunación** de las vacas para proteger a las preñadas y el cumplimiento estricto de las **medidas de bioseguridad** (Figura 13). Las vacunas (muertas o vivas) se utilizan como un medio para proteger a los animales susceptibles de infecciones transitorias, para proteger al feto de la infección y para prevenir el desarrollo de animales PI. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no todas las vacunas tienen una protección fetal del 100%. Para que la vacunación sea efectiva, los animales PI deben ser eliminados y se deben tomar rigurosas medidas de seguridad para evitar el riesgo de introducción del virus en el rebaño. Algunas comunidades autónomas han incluido el control de esta enfermedad en sus programas sanitarios llevados a cabo por las agrupaciones de defensa sanitaria ganaderas de vacuno. Estas medidas varían en función de la situación epidemiológica de la explotación. En relación al semental es importante **descartar siempre a los toros PI y con infecciones testiculares persistentes.** Asimismo, **el semental debe seguir el programa de control que se tenga establecido en la explotación**.

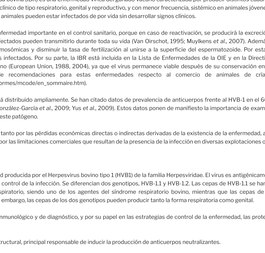


Figura 13. Medidas de bioseguridad para evitar la entrada y propagación de la infección

3.3. Rinotraqueítis infecciosa bovina

Revisado en: Kahrs *et al.* (1977); Jones (2003); Raaperi *et al.* (2014).

3.3.1. Definición e importancia

La rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR) es una enfermedad vírica del ganado vacuno caracterizada por producir distintos cuadros clínicos según la vía de entrada del virus: cuadro clínico de tipo respiratorio, genital y reproductivo, y con menor frecuencia, sistémico en animales jóvenes. Asimismo, se producen infecciones latentes y los animales pueden estar infectados de por vida sin desarrollar signos clínicos.

En el semental es una enfermedad importante en el control sanitario, porque en caso de reactivación, se producirá la excreción del virus, incluida la vía seminal. Los animales infectados pueden transmitirlo durante toda su vida (Van Oirschot, 1995; Muylkens *et al.*, 2007). Además, el virus también puede ocasionar anomalías cromosómicas y disminuir la tasa de fertilización al unirse a la superficie del espermatozoide. Por esta razón no se aconseja la utilización de sementales infectados. Por su parte, la IBR está incluida en la Lista de Enfermedades de la OIE y en la Directiva Europea que regula el comercio de semen bovino (European Union, 1988, 2004), ya que el virus permanece viable después de su conservación en nitrógeno líquido. La OIE establece una serie de recomendaciones para estas enfermedades respecto al comercio de animales de cría, sementales y semen (http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm).

En España, este virus está distribuido ampliamente. Se han citado datos de prevalencia de anticuerpos frente al HVB-1 en el 60% de los rebaños y en el 25-40% en individuos (González-Gómez *et al.*, 2009; Yus *et al.*, 2009). Estos datos ponen de manifiesto la importancia de examinar al toro para reducir el riesgo de transmisión de este patógeno.

La IBR es importante, no tanto por las pérdidas económicas directas o indirectas derivadas de la existencia de la enfermedad, actualmente consideradas bastante reducidas, sino por las limitaciones comerciales que resultan de la presencia de la infección en diversas explotaciones o regiones del país.

3.3.2. Etiología

La IBR es una enfermedad producida por el Herpesvirus bovino tipo 1 (HVB1) de la familia Herpesviridae. El virus es antigénicamente estable y sólo hay un serotipo, lo que facilita el control de la infección. Se diferencian dos genotipos, HVB-1.1 y HVB-1.2. Las cepas de HVB-1.1 se han asociado principalmente con el cuadro clínico respiratorio, siendo uno de los agentes del síndrome respiratorio bovino, mientras que las cepas de HVB-1.2 lo han sido con infecciones genitales. Sin embargo, las cepas de los dos genotipos pueden producir tanto la forma respiratoria como genital.

Desde el punto de vista inmunológico y de diagnóstico, y por su papel en las estrategias de control de la enfermedad, las proteínas más importantes del virus son:

- gD: proteína estructural, principal responsable de inducir la producción de anticuerpos neutralizantes.

- gB: proteína estructural necesaria para la replicación vírica.

- gE: proteína estructural, que puede ser delecionada como sucede en las vacunas marcadas, sin que el virus vea afectada su capacidad inmunogénica.

- tk: proteína no estructural, que confiere al virus afinidad por el sistema nervioso, estando implicada en el establecimiento de infecciones latentes.

3.3.3. Epidemiología

La característica epidemiológica más importante de la enfermedad es que en **los animales que se infectan, la infección queda de forma latente (animales portadores), pudiendo reactivarse y produciéndose la excreción del virus** a través de las secreciones ocular, nasal y seminal. El virus se difunde con rapidez en las poblaciones receptivas que se ponen en contacto con los animales que han sufrido una reactivación de la infección latente y con los que entreman por primera vez.

Las vías de transmisión del virus serán las siguientes:

- Forma respiratoria: la transmisión es por contacto directo, indirecto (con agua o alimentos) y por vía aerógena a corta distancia. Las fuentes de infección son, principalmente, los animales enfermos que excretan altas cantidades de virus en secreciones respiratorias y a veces genitales y orales.

- Forma genital: el virus se transmite por vía venérea o mecánica por utilización de material contaminado. Se presenta en los rebaños con monta natural. Los toros pueden ser eliminadores crónicos del virus a través de su semen aun estando clínicamente normales. No obstante, se ha descrito que los toros seropositivos pueden dejar de eliminar virus durante largos periodos de tiempo si se manejan en condiciones no estresantes.

La infección generalmente puede penetrar en un rebaño mediante el ingreso de animales nuevos con infecciones latentes, o a través de aquellos que se han infectado en concursos o ferias y regresan a la explotación. Otro factor de riesgo importante sería el contacto con otros animales como por ejemplo en los pastos comunales.

3.3.4. Patogenia y signos clínicos

Tras la infección se produce la multiplicación del virus en la mucosa del entrada y posteriormente llega a las neuronas sensoriales de los ganglios nerviosos regionales donde puede permanecer en estado latente durante varios años o durante toda la vida del animal. En caso de entrada respiratoria la latencia suele establecerse en el ganglio trigémino y en caso de entrada genital en el ganglio sacro, aunque ocasionalmente también se sitúa en diferentes localizaciones: tonsilas, linfocitos, nódulos linfáticos y bazo. Por alteraciones del sistema inmunitario debido al estrés, tratamiento con corticoides, el parto, transporte o infecciones bacterianas o víricas, la infección latente puede evolucionar con replicación y excreción del virus en las secreciones respiratorias y/o genitales (Figura 14). En el caso del semental el virus también puede eliminarse a través del semen, infectando a las hembras que monte. La replicación vírica en el curso de la reactivación puede originar una recidiva de la enfermedad, si bien en los bovinos la mayoría de las veces cursa de forma subclínica.

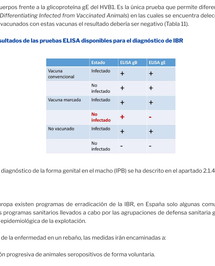


Figura 14. Patogenia de la infección por el virus IBR

En relación al cuadro clínico (Figura 15), se diferencia el cuadro respiratorio (IBR), el genital-reproductivo denominado vulvovaginitis pustular infecciosa (IPV) en la hembra y la balanopostitis infecciosa bovina (IPB) en el macho. Por último, la forma generalizada o sistémica que se presenta en animales recién nacidos, sin anticuerpos frente al virus e infectados con cepas virulentas, siendo una forma poco frecuente y mortal. Se caracteriza por fiebre, abundante, salivorea, úlceras en mucosas digestivas, diarrea, tos y flujo nasal. En la necropsia se observa la presencia de exudados fibrinosos purulentos y petequias en diferentes mucosas, principalmente en las del sistema respiratorio.

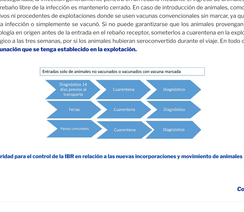


Figura 15. Cuadros clínicos de la IBR

3.3.5. Diagnóstico de laboratorio

El diagnóstico en el semental se realiza normalmente mediante la detección de anticuerpos por técnicas serológicas. **Es fundamental conocer si el toro ha sido vacunado, porque en el caso de que se hayan usado vacunas sin marcar, es imposible diferenciar los anticuerpos vacunales de los de la infección.**

Recogida de muestras

Se recogerá una muestra de sangre en un tubo sin anticoagulante para la determinación de anticuerpos en suero. Todas estas muestras se enviarán perfectamente identificadas al laboratorio en refrigeración.

Técnicas de laboratorio

Las técnicas de ELISA disponibles para el diagnóstico se describen a continuación:

- ELISA-ac totales: es útil para detectar la infección en animales no vacunados.

- ELISA-gB: detecta anticuerpos frente a la glicoproteína gB del HVB1 que es la de mayor interesdad en la respuesta a la infección. Útil para identificar animales no infectados sin vacunar (Ac gB -). En animales Ac gB +, no es posible distinguir si son vacunados o infectados (Tabla 9).

- ELISA-gE: detecta anticuerpos frente a la glicoproteína gE del HVB1. Es la única prueba que permitiría diferenciar anticuerpos debidos a vacunas marcadas (vacunas DIVA: *Differentiating Infected from Vaccinated Animals*) en las cuales se encuentra delecionada la glicoproteína gE del virus, por lo que en los animales vacunados con estas vacunas el resultado debería ser negativo (Tabla 11).

Tabla 11. Interpretación de los resultados de las pruebas ELISA disponibles para el diagnóstico de IBR

	Estado	ELISA gB	ELISA gE
Vacuna convencional	Infectado	+	+
	No infectado	+	-
Vacuna marcada	Infectado	+	+
	No infectado	**+**	**-**
No vacunado	Infectado	+	+
	No infectado	-	-

El procedimiento de muestreo y el diagnóstico de la forma genital en el macho (IPB) se ha descrito en el apartado 2.1.4.

3.3.6. Control

Aunque en diversos países de Europa existen programas de erradicación de la IBR, en España solo algunas comunidades autónomas han incluido el control de esta enfermedad en los programas sanitarios llevados a cabo por las agrupaciones de defensa sanitaria ganaderas de vacuno. Estas medidas varían en función de la situación epidemiológica de la explotación.

En líneas generales para el control de la enfermedad en un rebaño, las medidas irán encaminadas a:

- La detección y eliminación progresiva de animales seropositivos de forma voluntaria.

- La vacunación únicamente con vacunas marcadas o la decisión de no vacunar según la prevalencia de la enfermedad en la explotación y los riesgos de transmisión de la misma. Las vacunas marcadas son las únicas que permiten diferenciar animales vacunados de infectados, y próximamente serán las únicas que se podrán utilizar. El objetivo de las vacunas es propiciar la inmunidad individual y de rebaño, definida ésta como la disminución de la circulación de virus en un rebaño. Además las vacunas disminuyen la eliminación del virus en el caso de producirse reactivaciones.

- Cumplir medidas de bioseguridad semejantes a las que se señalan en la Figura 16.

En relación a las medidas de bioseguridad, la infección generalmente penetra en un rebaño mediante el ingreso de animales con infecciones latentes, por lo que la mejor medida en un rebaño libre de la infección es mantenerlo cerrado. En caso de introducción de animales, como puede ser el caso de un toro, éstos no deben ser seropositivos ni procedentes de explotaciones donde se usen vacunas convencionales sin marcar, ya que será difícil saber si el animal seropositivo es portador de la infección o simplemente se vacunó. Si no puede garantizarse que los animales provengan de un rebaño libre de la IBR, tienen que analizarse por serología en origen antes de la entrada en el rebaño receptor, someterlos a cuarentena en la explotación de recepción y llevar a cabo un nuevo análisis serológico a las tres semanas, por si los animales hubieran seroconvertido durante el viaje. En todo caso, **el semental debe seguir el programa de control y vacunación que se tenga establecido en la explotación.**

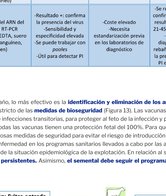


Figura 16. Medidas de bioseguridad para el control de la IBR en relación a las nuevas incorporaciones y movimiento de animales

Continuar leyendo el capítulo...

4. Enfermedades de las que el toro puede ser portador

4.1. Besnoitiosis bovina

Revisado en: Álvarez-García *et al.* (2013; 2014); Álvarez-García & Ferre (2019).

4.1.1. Definición, distribución e importancia

La besnoitiosis bovina es una enfermedad parasitaria de curso crónico y debilitante, ocasionada por el parásito apicomplejo formador de quistes tisulares *Besnoitia besnoiti*.

Esta enfermedad tiene distribución cosmopolita y se ha descrito en varios países de Europa (Portugal, España, Francia, Alemania, Suiza, Italia, Croacia, Hungría, Bélgica e Irlanda). Se considera endémica en la región del Alentejo en Portugal, en la zona de los Apeninos en Italia, Pirineos y Macizo Central en Francia y Pirineos, Sierra de Urbasa-Andía, Maestrazgo, País Vasco, Castilla y León y La Rioja en España. En la zona del Pirineo aragonés se han descrito tasas de seroprevalencia individual del 50% y de rebaño superiores al 80%. Sin embargo, se ha demostrado la diseminación de la besnoitiosis bovina desde el noroeste del país hacia el centro y suroeste, con la aparición de numerosos brotes epidémicos de la enfermedad en Madrid, Castilla-La Mancha, Extremadura y Andalucía. Actualmente, debido al **incremento del número de casos y una amplia expansión geográfica de la enfermedad en España** y otros países europeos, la besnoitiosis bovina se considera una enfermedad reemergente en Europa (EFSA, 2010).

La besnoitiosis produce un deterioro de la condición corporal, reducción de la producción lechera, **se asocia en los machos a subfertilidad, infertilidad e incluso esterilidad** y en las hembras a abortos esporádicos. Aunque apenas existen estudios del impacto productivo y reproductivo de la besnoitiosis bovina, ésta ocasiona importantes pérdidas económicas asociadas a una baja fertilidad del rebaño, sacrificio de animales infectados, aumento en la tasa de reposición y a gastos veterinarios motivados por el incremento de los controles sanitarios y reproductivos del rebaño, entre otros. A ello debe sumarse la falta de una vacuna o tratamiento eficaces. Por tanto, se recomienda incluir a la besnoitiosis bovina en el programa sanitario de las explotaciones de vaca nodriza, no solo en las zonas donde la enfermedad es endémica, sino también en áreas consideradas libres de la enfermedad.

4.1.2. Etiología y ciclo biológico

El agente etiológico responsable de la besnoitiosis bovina es el parásito apicomplejo *B. besnoiti*. El ciclo biológico completo de *B. besnoiti* no se conoce, aunque se piensa que es heteroxeno y que algunos Bovidae (bovinos y diversas especies de antílopes) y Cervidae (corzo) actúan como hospedadores intermediarios (Figura 17). El hospedador definitivo es desconocido, pero posiblemente sea un carnívoro silvestre. Se han identificado dos estadios parasitarios en los hospedadores intermediarios: el taquizoíto y el bradizoíto localizado en el interior de quistes tisulares. Ambos son estadios asexuales e intracelulares responsables de las fases aguda (taquizoíto) y crónica (bradizoíto) de la enfermedad. En el hospedador definitivo, todavía por determinar, se produciría la fase sexual del ciclo biológico y se eliminaría ooquistes que adquirirían su capacidad infectante (esporulación) en el ambiente.

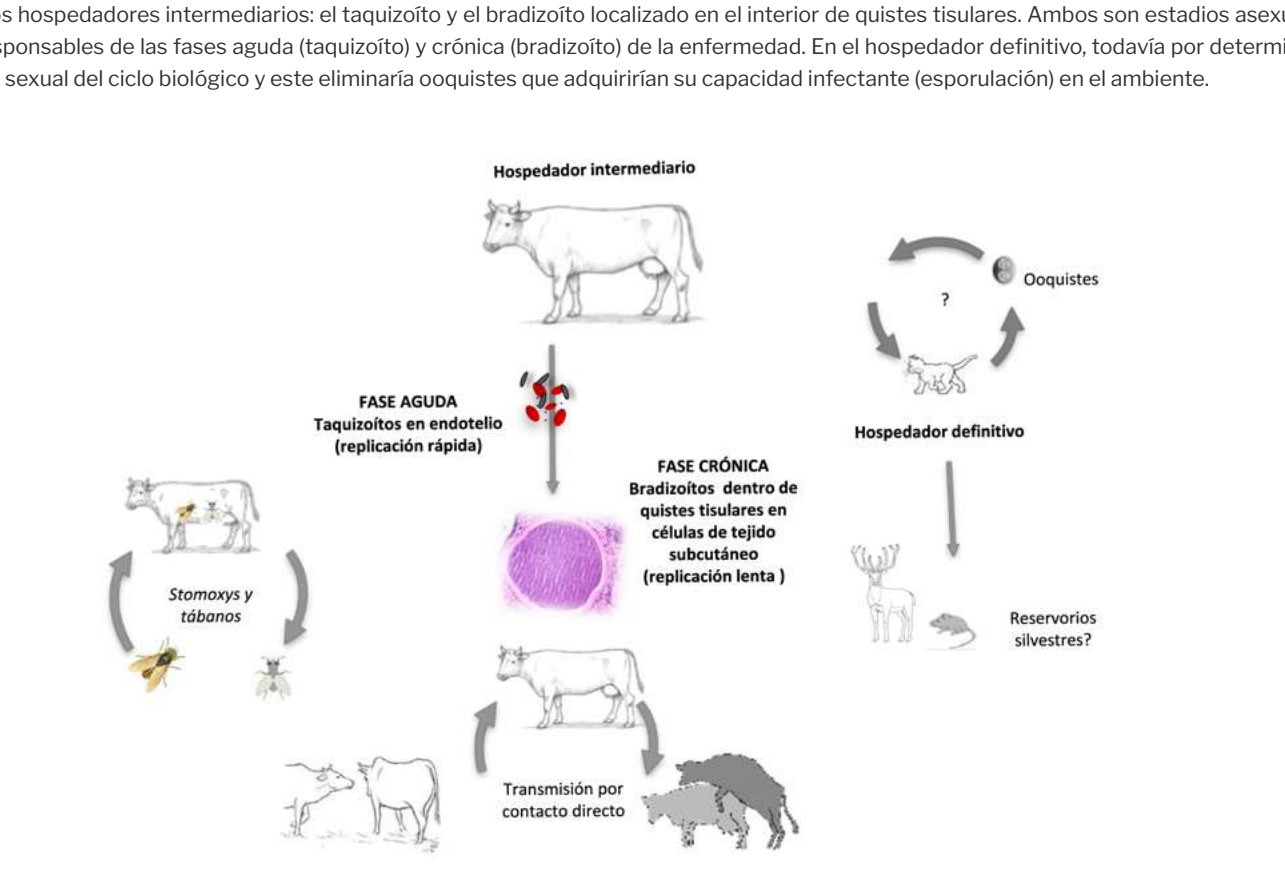


Figura 17. Ciclo biológico y transmisión de *B. besnoiti*.

Los taquizoítos se multiplican rápidamente en macrófagos y células endoteliales de los vasos sanguíneos durante la fase aguda de la enfermedad. Posteriormente, durante la fase crónica, se transforman en bradizoítos (probablemente como un mecanismo de evasión de la respuesta inmunitaria del hospedador) que se multiplican lentamente en el interior de quistes tisulares, en células de origen mesenquimatoso (fibroblastos y miofibroblastos), localizados principalmente en la mucosa ocular, vaginal, del aparato respiratorio superior y en el tejido conectivo subcutáneo.

Los quistes tisulares de *B. besnoiti* (Figura 18) se localizan con más frecuencia en la piel, conjuntiva esclerótica, aparato respiratorio superior, testículos y epidídimo en los machos y en el vestíbulo vaginal en las hembras. También se han descrito en la musculatura, tendones, periostio y lengua, entre otros.



Figura 18. Quistes tisulares de *B. besnoiti*. (A) Quistes en plexo pampiniforme. Tinción con hematoxilina-eosina (20x). (B) Quistes en piel. Compresión de una biopsia entre dos placas de cristal (4x)

4.1.3. Aspectos epidemiológicos

Los principales modos de transmisión de *B. besnoiti* son el horizontal por contacto directo (p.ej. monta natural) entre animales infectados y no infectados, y la forma mecánica por medio de artrópodos hematófagos (tábanos y *Stomoxys*) (Figura 18). La transmisión venérea y transplacentaria parecen poco probables. La transmisión horizontal por vía oral mediante el consumo de ooquistes que eliminaría el hospedador definitivo no se ha descrito todavía.

La besnoitiosis bovina es más frecuente en el ganado de carne que en el de leche, quizás por los factores de riesgo asociados a sus sistemas de producción. Como tales se pueden citar la monta a natural, el sistema de pastoreo compartido con otras ganaderías (pastos comunales) o animales silvestres y la mayor exposición a las picaduras de artrópodos hematófagos (tábanos y *Stomoxys*), sobre todo en la época estival. También se pueden citar como favorecedores de su expansión el transporte/comercio de animales sin control sanitario previo entre países y regiones (se destaca el pujante comercio de toros de raza limusina y charolesa procedentes de Francia), y el cambio climático favorable al incremento de poblaciones de artrópodos.

En España, la baja tasa de prevalencia en especies de rumiantes silvestres (corzo, ciervo rojo), así como la ausencia de anticuerpos específicos frente a *B. besnoiti* en pequeños rumiantes domésticos y silvestres (oveja, cabra y cabra montés, entre otros), sugieren que estos no constituyen un factor de riesgo importante para el ganado vacuno (Gutiérrez-Expósito *et al.*, 2016)

Debido a su transmisión horizontal, se observa un incremento de la prevalencia serológica con la edad así como de los signos clínicos principalmente en animales de 2 a 4 años. Recientemente, se han descrito casos clínicos durante la fase aguda y crónica en animales menores de 6 meses (Diezma-Díaz *et al.*, 2017). Los animales crónicamente infectados de por vida, pueden experimentar una aparente recuperación clínica, son resistentes a las reinfecciones, pero su producción suele quedar mermada.

4.1.4. Patogenia, signos clínicos y lesiones

Después de la infección por *B. besnoiti*, el periodo de incubación previo a la aparición de los primeros signos clínicos de la enfermedad varía generalmente de 1 a 13 días (aunque puede prolongarse hasta los 2 meses). Posteriormente, la besnoitiosis bovina progresa en dos fases secuenciales: la fase aguda (febril o de anasarca) y la fase crónica (o de esclerodermia), cuyos signos clínicos y lesiones se resumen en la Tabla 12. La duración de la fase aguda y el comienzo de la fase crónica varía entre otros animales y depende de la carga parasitaria, entre otros factores. La muerte puede ocurrir tanto en la fase aguda como en la fase crónica de la enfermedad, aunque la tasa de mortalidad es baja (1%).

Tabla 12. Alteraciones clínicas y lesiones macroscópicas en los sementales infectados por *B. besnoiti*

Fase aguda (febril o anasarca)	Fase crónica (esclerodermia)
Fase febril: Hipertermia (40,8-41,6 °C) Depresión, taquicardia, taquipnea, mucosas congestivas, reducción de la ingestión voluntaria de alimento, pérdida de peso Hiperemia conjuntival, lagrimeo y fotofobia Descarga nasal y ocular Fase de anasarca: Edemas en cuello, pecho, bajo vientre y articulaciones Orquitis	Endurecimiento de la piel, hiperqueratosis (esclerodermia), alopecia, formación de pliegues y desprendimiento de la piel en zona de periné, escroto y tablas de cuello, principalmente. Mala condición corporal Infecciones bacterianas secundarias en carpos y tarsos. Esterilidad o infertilidad causada por orquitis necrotizante, atrofia de testículos y epidídimos

La fase aguda se asocia a la multiplicación rápida del parásito (estadio de taquizoíto) y al daño del endotelio de los vasos sanguíneos, ocasionando numerosas lesiones vasculares. La replicación rápida del parásito tiene posiblemente un efecto tóxico que produce un aumento de la permeabilidad vascular. En infecciones intensas, los animales pueden desarrollar edemas (fase de anasarca), principalmente en las partes bajas o declives del cuerpo, que pueden inducir alteraciones respiratorias, orquitis y cojeras (Figura 19).

Durante la fase crónica o de esclerodermia, el taquizoíto se transforma en bradizoíto y se multiplica lentamente en el interior de quistes tisulares en células de origen mesenquimatoso del tejido conectivo (fibroblastos y miofibroblastos), los cuales tienen tropismo por el tejido conectivo de membranas mucosas, capas superficiales de la piel, aparato respiratorio superior y genital, aunque también se han descrito en diferentes órganos internos. Los que se desarrollan en la conjuntiva esclerótica (Figura 19), región vulvar y mucosa nasal pueden visualizarse mediante inspección clínica. Recientemente, se han descrito quistes tisulares en el corion de las pezuñas, los cuales son responsables de un fallo en la irrigación, laminitis y cojeras también durante la fase crónica de la enfermedad.

En la fase crónica se observan lesiones cutáneas como consecuencia de la presencia de quistes tisulares en el tejido subcutáneo (Figura 19). Aquellos animales con una gran carga parasitaria presentan peor condición corporal y lesiones asociadas a infecciones bacterianas secundarias en la zona distal de las extremidades (carpos y tarsos) o en la ubre en el caso de las hembras (Frey *et al.*, 2013; Schares *et al.*, 2016).

En los machos (Esteban-Gil *et al.*, 2014; 2016), uno de los efectos más importantes es la subfertilidad, infertilidad o, incluso, la esterilidad originada por orquitis necrotizante (Figura 19), que aparece inicialmente, durante la fase aguda. Posteriormente, durante la fase crónica, los quistes tisulares localizados en los túbulos seminíferos y en el plexo pampiniforme producen una disminución del riego sanguíneo, mientras que aquéllos localizados en la piel del escroto reducen considerablemente la termorregulación testicular. Las repercusiones clínicas se traducen en una atrofia y necrosis testicular que terminan ocasionando azoospermia y esterilidad en el semental. En los machos infectados que no presentan signos clínicos ni lesiones macroscópicas se ha descrito un descenso de la motilidad seminal, aunque la espermatogénesis, aparentemente, es normal. **La progresión de la enfermedad en los machos puede ser muy rápida, pudiendo llegar a morir durante la fase aguda o desarrollar esterilidad y signos clínicos de fase crónica en menos de un mes.**

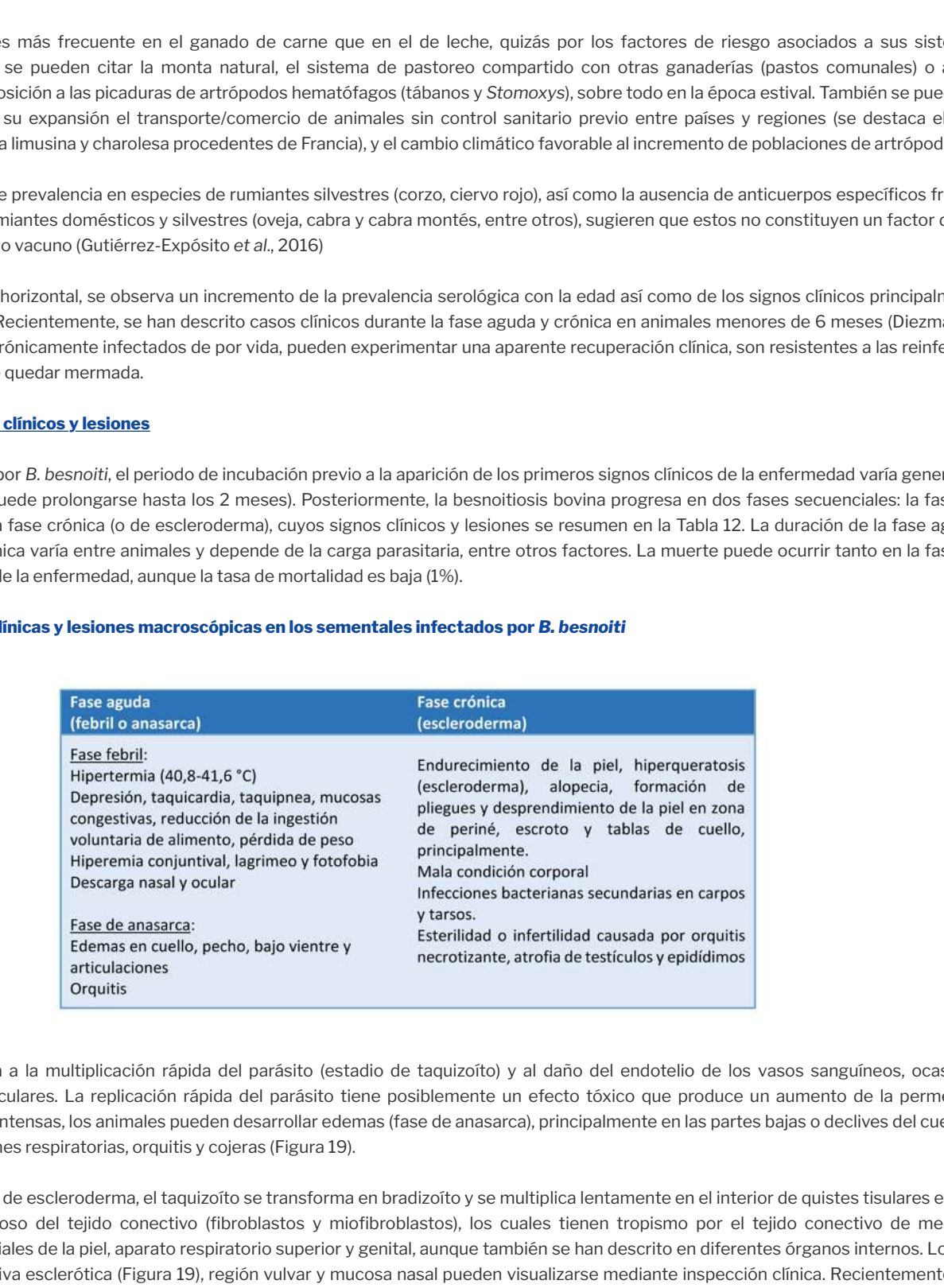


Figura 19. Principales signos clínicos y lesiones que se observan en sementales. Besnoitiosis aguda: (A) Quistes tisulares macroscópicos (punteado blanquecino) en conjuntiva ocular. (B) Orquitis. (C) Edema en articulaciones. Besnoitiosis crónica: (D) Zonas de alopecia en periné. (E) Atrofia testicular y engrosamiento de la piel del escroto. (F) Piel de elefante en las tablas del cuello

En relación a la presentación de la infección y/o enfermedad a nivel de rebaño, puede presentarse de forma endémica o epidémica (brote), lo cual puede condicionar el diseño y la eficacia de los planes de control. Cuando la enfermedad entra por primera vez en el rebaño se suele presentar en forma de brote y se caracteriza por valores de seroprevalencia variables (10-90%) y de la tasa de incidencia registrada (36-89%). El número de animales con signos clínicos y lesiones puede llegar a alcanzar más del 50%, incluyendo animales con infección aguda y crónica y con animales gravemente afectados que llegan a morir. En los rebaños donde la enfermedad se presenta de forma endémica, las tasas de seroprevalencia son elevadas (alrededor del 50%) pero con un bajo número de animales con signos clínicos y lesiones, que no suelen ser graves (1-10%). En ambas situaciones puede haber un elevado número de animales seropositivos sin signos clínicos y lesiones que pasan desapercibidos a la inspección clínica. Estos animales permanecen infectados de por vida y, por tanto, son portadores del parásito. También suelen aparecer sementales con signos clínicos que pueden desarrollar esterilidad. Este problema es especialmente relevante en granjas con besnoitiosis endémica, que mantienen hembras infectadas de forma subclínica. Tras la introducción de sementales no infectados, éstos desarrollan la enfermedad en un corto periodo de tiempo tras el inicio de la época de cubrición.

4.1.5. Diagnóstico de laboratorio

El diagnóstico laboratorial permite confirmar el diagnóstico clínico-epidemiológico presuntivo. En la actualidad existe una amplia batería de técnicas disponibles para el diagnóstico de la infección por *B. besnoiti* en el ganado bovino, pero no todas aportan la misma información o tienen la misma fiabilidad. La cinética de anticuerpos y la presencia del parásito condicionan la fase de la infección, el resultado diagnóstico y, por tanto, los programas de control y vigilancia adecuados (Gutiérrez-Expósito *et al.*, 2017).

Diagnóstico directo

En los animales crónicamente infectados, la existencia de quistes puede confirmarse mediante la impronta de un raspado de piel o de la conjuntiva ocular para visualizar microscópicamente los bradizoítos, o mediante el examen de biopsias de piel por compresión en placas de cristal para la detección microscópica de los quistes tisulares (al menos 10 fragmentos del tamaño de un grano de avena). La sensibilidad de estas pruebas puede verse comprometida si el número de quistes tisulares es bajo. Por lo tanto, **si no se detectan quistes tisulares en una biopsia, no puede descartarse la infección y deben realizarse otras pruebas complementarias como las pruebas de diagnóstico serológico.**

En animales que presentan signos clínicos compatibles con la fase aguda de la enfermedad, se puede emplear una PCR en biopsia de piel de escroto, tejido testicular o sangre completa para la detección del parásito.

– Toma de muestras

La biopsia de piel se tomará de una zona afectada con lesión, preferentemente de zonas diana donde se ha comprobado que presentan mayor carga parasitaria (carpo, tarso, región de la cara y el codo, así como la zona interior del muslo y periné). La piel del escroto está indicada para animales en fase aguda. La biopsia se tomará con un "punch" de 6-8 mm de diámetro y se enviará al laboratorio en un recipiente debidamente identificado en refrigeración. En el caso de la detección del parásito por PCR en sangre, se recogerá una muestra de sangre en un tubo con anticoagulante (EDTA).

Diagnóstico indirecto

Se recogerá una muestra de sangre en un tubo sin anticoagulante. Las técnicas serológicas desarrolladas hasta el momento se basan en la detección de anticuerpos específicos frente a *B. besnoiti*, y son las que se emplean en el diagnóstico rutinario de la besnoitiosis bovina (Tabla 10). El análisis serológico permite detectar animales infectados aparentemente sanos, seropositivos y, posiblemente, con un bajo número de quistes tisulares. Sin embargo, las pruebas serológicas actuales presentan dos limitaciones (García-Lunar *et al.*, 2013; 2015):

- Baja sensibilidad en animales con infección aguda que no han desarrollado aún anticuerpos específicos y en animales con infección crónica con bajos niveles de anticuerpos (por debajo de los límites de detección de las pruebas empleadas).
- Problemas de especificidad por reacciones cruzadas con otros parásitos apicomplejos en el caso de la IFI y el ELISA.

En base a lo anteriormente expuesto y considerando las ventajas y limitaciones del diagnóstico clínico-laboratorial, las técnicas empleadas con más frecuencia en el diagnóstico rutinario son ELISA y Western blot. Se recomienda el siguiente abordaje diagnóstico (Figura 20):

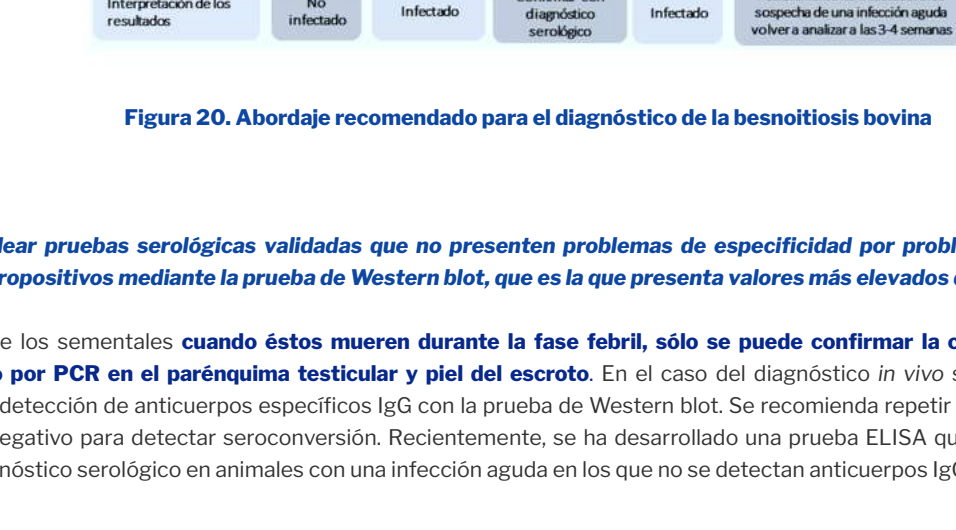


Figura 20. Abordaje recomendado para el diagnóstico de la besnoitiosis bovina

**** Se recomienda emplear pruebas serológicas validadas que no presenten problemas de especificidad por problemas de reacciones cruzadas y confirmar los casos seropositivos mediante la prueba de Western blot, que es la que presenta valores más elevados de sensibilidad y especificidad.***

En el caso particular de los sementales **cuando éstos mueren durante la fase febril, sólo se puede confirmar la causa de la orquitis mediante la detección del parásito por PCR en el parénquima testicular y piel del escroto**. En el caso del diagnóstico in vivo se recomienda una aproximación serológica mediante la detección de anticuerpos específicos IgG con la prueba de Western blot. Se recomienda repetir la analítica 3-4 semanas después en caso de resultado negativo para detectar seroconversión. Recientemente, se ha desarrollado una prueba ELISA que detecta anticuerpos IgM y que puede adelantar el diagnóstico serológico en animales con una infección aguda en los que no se detectan anticuerpos IgG.

4.1.6. Control

El control de la besnoitiosis bovina no es fácil debido a la inexistencia de fármacos eficaces, a la ausencia de vacuna (salvo en Israel) y a la diseminación de la enfermedad, asociada a prácticas de manejo. Se han intentado tratamientos en animales con infección crónica sin éxito, posiblemente debido a la poca accesibilidad de los fármacos al interior de los quistes tisulares. Los fármacos más empleados en casos clínicos han sido las sulfamidas, el toltrazuril, la oxitetraciclina y la parvacuona, con resultados muy variables y poco concluyentes.

La implantación de unas adecuadas medidas de bioseguridad y manejo junto con un diagnóstico precoz juegan un papel crucial en el control de la enfermedad, el cual debería tener dos objetivos principales: **evitar la entrada de la infección al rebaño** (bio-exclusión; Tabla 13) y, por otro, **evitar su diseminación** (bio-contención; Tabla 14). Por otra parte, los programas de control deberán adaptarse a la situación epidemiológica de la enfermedad en cada granja, región o país, ya que sus características influirán en el diseño de los mismos.

Algunas de las medidas recomendadas para evitar la entrada de la enfermedad en rebaños libres situados en zonas de riesgo o endémicas serán difíciles de instaurar cuando coincidan con condiciones extensivas de producción o con el aprovechamiento de pastos comunales.

Tabla 13. Medidas de bio-exclusión que se deben realizar en todas las explotaciones (infectadas y no infectadas) para evitar la entrada de la infección

Objetivo	Actuaciones
Evitar la entrada de animales positivos en el rebaño	Diagnóstico clínico y serológico de las entradas Dos análisis serológicos con un intervalo de 3-4 semanas mediante Western blot durante la cuarentena
Evitar prácticas de manejo que favorezcan la transmisión de la enfermedad	Limitar el acceso del rebaño a pastos comunales situados en zonas de riesgo
Identificar animales positivos al finalizar el aprovechamiento de pastos comunales	Diagnóstico clínico y serológico de todos los animales al final de la temporada de pastoreo y eliminar los animales infectados o manejarlos de forma separada del resto de animales no infectados de la granja*

* Ver Tabla 14.

Evitar la diseminación de la enfermedad en una granja ya infectada es complejo porque debemos reducir la prevalencia de la infección dentro de un rebaño. Una estrategia conservadora y que, a largo plazo, parece ser la mejor opción, consiste en mantener un equilibrio entre el sacrificio selectivo y el mantenimiento de unos niveles mínimos de producción, ya que, ante una seroprevalencia elevada, el sacrificio de todos los animales seropositivos resulta inviable desde un punto de vista económico. Por un tanto, los rebaños infectados deben realizar las siguientes medidas que se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Medidas de bio-contención para evitar la diseminación de la enfermedad y reducir la prevalencia de forma progresiva en los rebaños con besnoitiosis

Animales	Actuaciones
Animales gravemente afectados e improductivos: Sementales estériles Animales con lesiones en piel y/o baja condición corporal Hembras con quistes en vestíbulo vaginal	Sacrificio
Vacas y sementales	-Empleo de repelentes y parasiticidas dentro del establo (invierno) y en verano -Diagnóstico clínico-serológico anual y dividir en dos lotes: animales infectados (seropositivos) y no infectados (seronegativos) -Sementales: análisis de la calidad seminal antes del periodo de cubrición en los seropositivos -Manejo reproductivo: cubrición de las reproductoras seronegativas con toros seronegativos; cubrición de las reproductoras seropositivas con toros seropositivos fértiles o implementación de un programa de IA
Recría	Seleccionar animales seronegativos

Bajo condiciones de manejo extensivo, las dificultades para analizar regularmente a los individuos, para separar el rebaño en grupos y para evitar la transmisión por insectos picadores, hacen que la erradicación pueda resultar un objetivo imposible. Sin embargo, **la ausencia de signos clínicos en el rebaño puede ser un objetivo razonable, que se puede lograr con la inspección visual periódica de los animales para identificar nuevos casos clínicos y eliminar los animales infectados. Por todo ello, las herramientas diagnósticas son clave para implementar y monitorizar la eficacia de los programas de control.**

4.2. Paratuberculosis

Revisado en: Olsen *et al.* (2002); Bastida & Juste (2011); García & Shalloo (2015).

4.2.1. Definición e importancia

La paratuberculosis es una enfermedad crónica de distribución mundial que cursa con diarrea y pérdida de peso en animales adultos ocasionando importantes pérdidas económicas. Esta enfermedad está inscrita en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la OIE, por lo que su identificación debe ser notificada.

En España, la enfermedad parece estar ampliamente distribuida en el ganado vacuno. Recientemente, se estimó que cerca del 50% de los rebaños vacunos de la montaña leonesa presentaban, al menos, un animal infectado con paratuberculosis (Pérez *et al.* 2009) y en otro estudio, en matadero, se observó una prevalencia de un 44,4% y un 39,6% del total presentaron lesiones de tipo focal (Balseiro *et al.*, 2003).

Las pérdidas que ocasiona la paratuberculosis se deben a una disminución en la producción (principalmente de leche), aumento de la mortalidad, problemas reproductivos y a gastos derivados del diagnóstico, medidas de control y sacrificio prematuro de los animales. Sin embargo, las pérdidas son muy difíciles de cuantificar debido a que cursa principalmente de forma subclínica.

4.2.2. Etiología

La paratuberculosis está producida por la bacteria *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), que se encuadra dentro de las micobacterias de crecimiento lento.

4.2.3. Epidemiología

La bacteria se excreta en las heces y persiste mucho tiempo en el medio ambiente. El periodo de mayor eliminación es entre los 2,5 y los 5 años de edad, aunque puede ser durante el resto de su vida en animales crónicos. La principal vía de transmisión entre los animales es la fecal-oral, a través de leche, calostro, agua, o alimento contaminado por las heces de los animales infectados (Chiodini *et al.*, 1984). Se desconoce la importancia de la transmisión a través del semen.

Generalmente, la infección se produce en los primeros años de vida, y muchos animales infectados se convierten en portadores crónicos. La enfermedad no se presenta habitualmente antes de los 2 años. Los principales factores de riesgo serían la introducción de animales portadores, la presencia en el rebaño de un animal clínicamente enfermo que excreta una gran cantidad de bacterias, y la poca higiene de la explotación que facilita el contacto de los animales con heces contaminadas.

4.2.4. Patogenia, signos clínicos y lesiones

El primer sitio donde se localiza la bacteria cuando ingresa en el organismo son las placas de Peyer ileal y yeyunal, desde donde migra a los nódulos linfáticos asociados. Las primeras lesiones se localizan en la válvula ileocecal, extendiéndose después hacia la lámina propia. Inicialmente, se desarrolla una respuesta inmune de tipo celular para controlar la infección y posteriormente de tipo humoral. Las lesiones que se producen son principalmente debidas a la respuesta inmune (lesiones granulomatosas) y afectan a las vellosidades del epitelio mucoso a nivel del íleon generando un síndrome de mala absorción en los animales y diarrea.

La paratuberculosis normalmente se manifiesta de forma subclínica. La fase clínica es la fase terminal de la infección subclínica crónica y sólo se presenta en una proporción pequeña de los individuos infectados, donde se observa principalmente pérdida de condición corporal y diarreas intermitentes o continuas (Tabla 15). Los casos clínicos aparecen a lo largo del año en forma de goteo, pero se agravan con los cambios de alimentación y en situaciones de estrés.

Tabla 15. Signos clínicos más característicos de la paratuberculosis bovina

Diarrea crónica intermitente sin sangre
Adelgazamiento progresivo
Atrofia muscular y serosa
Ascitis, edema submandibular
Aspecto descuidado del pelo
Sin fiebre ni pérdida de apetito, aunque beben mucho para compensar la deshidratación por la diarrea

Aparte de los signos clínicos característicos, muchos animales pueden mostrar manifestaciones sutiles y de más larga duración como son la disminución de la producción de leche, problemas reproductivos como subfertilidad, y mamitis. La detección de estas manifestaciones sutiles sólo es posible si se llevan registros productivos rigurosos.

Las lesiones macroscópicas específicas ocurren en el intestino (enteritis crónica) y en los nódulos linfáticos regionales (linfoadenopatía mesentérica). La pared intestinal, principalmente la ileal, aparece muy engrosada. Internamente, la mucosa y la submucosa aparecen edematosas y tumefactas, muchas veces con un aspecto blanquecino y con gruesos pliegues que asemejan las circunvoluciones cerebrales (Figura 21). La linfangitis y la linfangiectasia son más comunes en casos avanzados. Los nódulos linfáticos mesentéricos, fundamentalmente los yeyunales y los ileocecales, aparecen aumentados de tamaño, al corte pálidos o de color marrón, tumefactos y edematosos En los casos más avanzados, las lesiones pueden extenderse desde el duodeno hasta el recto.

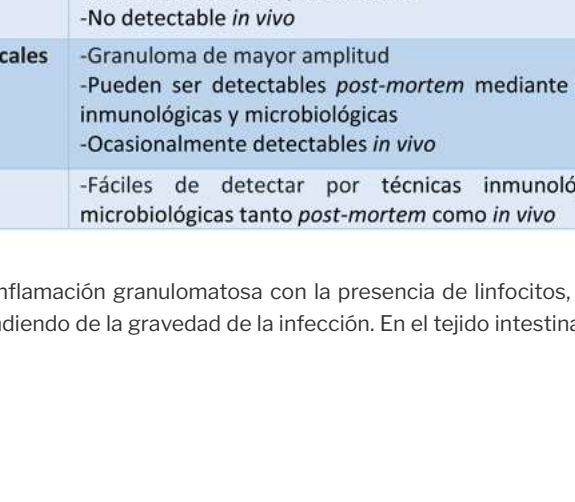


Figura 21. Marcado engrosamiento y aspecto edematoso de la pared del intestino delgado, pliegues de la mucosa y de la submucosa en un animal con paratuberculosis

Las lesiones se pueden clasificar en tres tipos, según aparece en la Tabla 16.

Tabla 16. Clasificación de las lesiones producidas por la infección de MAP

Lesiones	Descripción
Focales	-Granulomas microscópicos únicos sin cambios específicos -Difíciles de detectar *post-mortem* -No detectable *in vivo*
Multifocales	-Granuloma de mayor amplitud -Pueden ser detectables *post-mortem* mediante técnicas inmunológicas y microbiológicas -Ocasionalmente detectables *in vivo*
Difusas	-Fáciles de detectar por técnicas inmunológicas y microbiológicas tanto *post-mortem* como *in vivo*

En el análisis histopatológico se observa una inflamación granulomatosa con la presencia de linfocitos, macrófagos y células plasmáticas, que pueden tener una distribución difusa o localizada dependiendo de la gravedad de la infección. En el tejido intestinal se observan bacilos ácido-alcohol resistente a través de la tinción de Ziehl Neelsen.

4.2.5. Diagnóstico de laboratorio

Recogida de muestras

Para la determinación de anticuerpos frente a MAP por ELISA se debe recoger un tubo de sangre sin anticoagulante. Para el test de interferón-γ, se debe recoger un tubo de sangre con heparina y enviar al laboratorio inmediatamente, sin refrigerar, para que pueda analizarse en torno a ocho horas después de su recogida.

Para cultivo y/o PCR se pueden enviar muestras de tejidos: linfonódulos ileocecales o yeyunales caudales, válvula ileocecal e intestino (al menos 5 gramos de cada uno) o heces recogidas del recto. Es importante, que tanto los tejidos como las heces se envíen correctamente identificados y en refrigeración.

Técnicas de laboratorio

La prueba más utilizada es el ELISA en muestras de suero sanguíneo para la detección de anticuerpos. Un resultado positivo se asocia con un estado preclínico o clínico de la enfermedad. Su sensibilidad es limitada cuando son animales infectados con lesiones leves, los cuales frecuentemente son negativos a esta prueba. En casos de infecciones tempranas en animales adultos, se recomienda el test de interferón-γ (prueba para detectar la respuesta inmunitaria celular). La combinación de ambas podría detectar más del 90% de los infectados. El mayor inconveniente de esta técnica es su coste y que no siempre están disponibles los reactivos para llevarla a cabo.

El cultivo bacteriológico de la bacteria en las heces (diagnóstico *in vivo*) y tejidos (diagnóstico *post-mortem*) es el método de diagnóstico de referencia y definitivo de paratuberculosis tanto en el animal vivo como muerto. Los principales inconvenientes del cultivo de MAP son la complejidad de la técnica y el largo periodo de tiempo que se necesita para obtener resultados (mínimo 4 a 8 semanas). Otra técnica disponible es la PCR, rápida y específica, aunque con una sensibilidad algo menor que el cultivo. Es importante tener en cuenta que la eliminación de la bacteria en las heces de los animales portadores se puede producir de forma intermitente.

El diagnóstico en el semental se realiza normalmente mediante la serología por ELISA. Sin embargo uno de los principales problemas del ELISA es la detección de los animales subclínicos. El método ideal sería la combinación de varias pruebas (ELISA y cultivo, o ELISA y PCR), pero los costes del diagnóstico serían elevados. En este sentido, **es fundamental conocer los antecedentes de la granja de donde procede el toro, recomendándose que se haya criado con un buen nivel de higiene, bioseguridad y con un plan de control sanitario específico frente a paratuberculosis.**

4.2.6. Control

En el ganado vacuno la vacunación está prohibida debido a las interferencias que produce en el diagnóstico de la tuberculosis en las campañas nacionales de erradicación de la misma y con posteriores pruebas de diagnóstico inmunológico de paratuberculosis que se quieran realizar. Los programas de control están basados en la detección y eliminación de los animales infectados, pero no son eficaces debido a la baja sensibilidad de los métodos de diagnóstico, a la gran difusión de las infecciones subclínicas, y a la dificultad para contener los contagios cuando los sistemas de producción se basan en el pastoreo.

En España no existen programas a nivel nacional, aunque sí hay programas de control a nivel de las comunidades autónomas llevados a cabo a través de las asociaciones de defensa ganaderas. Estos programas se basan en el diagnóstico de la infección mediante pruebas serológicas periódicas y en la aplicación de protocolos de manejo, higiene y bioseguridad. **El objetivo de estos planes es evitar la aparición de casos clínicos, disminuir en lo posible el contagio y restringir la difusión de la infección.**

Por otra parte, un punto importante es evitar la entrada de portadores en la explotación mediante la compra de animales. En el caso de los **sementales, se recomienda que sean negativos a paratuberculosis por serología, que procedan de granjas con un buen nivel de higiene y bioseguridad y que incluyan el control de la paratuberculosis en su programa sanitario.**

4.3. Otras

En este apartado se engloban aquellas enfermedades en las que el toro puede actuar como portador y que dependen de la situación epidemiológica de la zona o el rebaño. En algunas de ellas se ha descrito la eliminación del agente a través del semen, aunque el riesgo de transmisión es bajo (leptospirosis y lengua azul) o se desconoce (clamidiosis, Fiebre Q, babesiosis, theileriosis, anaplasmosis y enfermedad de Schmallenberg) (Eaglesome & García, 1997; Givens & Marley, 2008; Ponsart *et al.*, 2014).

La inclusión de estas enfermedades en la valoración sanitaria del semental dependerá de la situación epidemiológica de la zona geográfica y de la ganadería.

A continuación se recogen aquéllas que pueden ser más relevantes.

4.3.1. Leptospirosis

Revisado en: OIE, 2008; Adler & de la Peña Moctezuma (2010) y García-Peña *et al.* (2011).

La leptospirosis es una zoonosis que en bovinos produce infertilidad, aborto temprano y tardío. El ganado bovino es hospedador de mantenimiento para *Leptospira interrogans* serovariedad Hardjo (tipo hardjo prajitno) y para *L. borgpetersenii* serovariedad Hardjo (tipo hardjobovis). También es hospedador accidental de otras serovariedades como Pomona.

Respecto a la situación en nuestro país, en un proyecto para conocer la importancia de esta enfermedad en los sistemas extensivos de dehesa, se observó que en el 100% de las explotaciones se encontraron animales positivos. Las serovariedades que presentaron un mayor número de casos fueron Pomona (44,6% en Cáceres); Copenhageni (43,1% en Salamanca) y Hardjo (41,66% en Badajoz; San Miguel *et al.*, 2008). En otras zonas se han descrito prevalencias del 7,6% en la provincia de León (Alonso-Andicoberry *et al.*, 2001), del 10,4% en Asturias (Espí *et al.*, 2000), del 18,3% en Galicia (Guitián *et al.*, 2001) y del 43,2% en el País Vasco (Atxaerandio *et al.*, 2005).

La infección se transmite principalmente por contacto con orina de animales infectados (la excreción en la orina puede durar hasta 18 meses). La eliminación de las leptospiras con la orina en las especies reservorio puede ser intermitente y con una carga variable a lo largo de su vida (Ellis, 1994). La trasmisión venérea a través del semen de toros infectados también es posible. La serovariedad Hardjo ha sido aislado de la vesícula seminal, epidídimo y testículo de animales naturalmente infectados (Adler & de la Peña Moctezuma, 2010). La transmisión indirecta juega un papel de poca importancia para el mantenimiento de la infección por Hardjo en la especie bovina, pero puede producirse si los animales entran en contacto con el agua de bebida, con terrenos o con lodos contaminados con la orina de animales portadores, tanto bovinos como ovinos. La frecuencia para la transmisión de la infección de forma indirecta está íntimamente relacionada con el mantenimiento de unas condiciones favorables de pluviosidad, temperatura y humedad que favorezcan la supervivencia de las leptospiras en el medio, así como con los sistemas de manejo que permitan un contacto estrecho entre bovinos y ovinos (Ellis, 1994). Consecuentemente, los principales factores de riesgo son el uso de pastos comunales, toros compartidos, pastoreo mixto con ovejas, y pastoreo en zonas con aguas comunes.

El diagnóstico de la leptospirosis es complejo y requiere un abordaje diferente, dependiendo de si se trata de la infección por la serovariedad Hardjo o de una infección accidental. El diagnóstico de las infecciones leptospirales en las muestras fetales, en los terneros y en los bovinos adultos se basa en la detección de la bacteria, normalmente por PCR, en los órganos diana y fluidos. Las muestras de elección variarán dependiendo de la fase de la infección y de la serovariedad implicada. La técnica serológica de referencia para la detección de anticuerpos es el Test de Microaglutinación Lisis (MAT). La sensibilidad de la técnica es baja en animales infectados crónicamente ya que los títulos serológicos suelen ser bajos.

El control de la infección por la serovariedad Hardjo se basa en una combinación de las dos herramientas disponibles: el tratamiento antibiótico y la vacunación. Los antibióticos de elección para la eliminación de la infección son la estreptomicina a una única dosis de 25 mg/ kg PV, la amoxicilina de larga duración (LA) a una única dosis de 15 mg/ kg PV o dos dosis separadas 48 horas o también, la oxitetraciclina LA a una única dosis de 20 mg/ kg PV. Otros antibióticos que se presentan como alternativa son la tilmicosina a una dosis 10 mg/ kg PV, y el ceftiofur a una dosis de 20 mg/ kg PV durante tres días (Gerritsen *et al.*, 1993; Smith *et al.*, 1997; Alt *et al.*, 2001). **Se indica la vacunación en sementales para reducir el riesgo de infección.** Además, es recomendable hacer coincidir la vacunación con las épocas de mayor riesgo de exposición a las leptospiras, es decir, al comienzo de la primavera y del otoño.

Un componente importante para el éxito del control de la leptospirosis mediante la vacunación y el tratamiento antibiótico, es la **instauración de medidas de bioseguridad profilácticas** (Tabla 15) **y de otras higiénico-sanitarias** que contribuyan a reducir la exposición de los animales a la bacteria. Las medidas higiénico-sanitarias generales a adoptar son las mismas que para el resto de procesos infecciosos: limpieza y desinfección de las instalaciones, en especial del área de partos y de la enfermería, eliminación eficaz de fetos abortados y de placentas, y proteger el alimento y el agua de bebida frente al acceso de roedores y animales silvestres. Las medidas específicas para el control de las infecciones leptospirales se recogen en la Tabla 17.

Tabla 17. Medidas de bioseguridad e higiénico-sanitarias para el control de las infecciones leptospirales

Medidas de bioseguridad	Medidas higiénico-sanitarias
Favorecer la reposición interna de los animales	Establecer y mantener un programa de desratización en las explotaciones
Establecer una cuarentena en los animales de nueva compra y aplicar un tratamiento antibiótico e inmunización previa a su introducción en el rebaño	Diseñar construcciones que minimicen el acceso de los roedores
Evitar el uso de pastos comunales y el pastoreo compartido con animales de la misma especie o de distinta especie, especialmente con ovino y porcino	Establecer medidas para evitar la existencia de zonas y terrenos encharcados de agua, de excreciones y purines
Evitar el uso de sementales compartidos	Favorecer la instalación de puntos de agua saneada y de alimentación protegidos frente al acceso de roedores y animales silvestres

4.3.2. Clamidiosis

La clamidiosis es una enfermedad que se ha asociado con diversos problemas reproductivos en bovino como aborto, descarga vaginal y salpingitis, aunque la forma subclínica es la más frecuente. Las especies que han sido identificadas en el ganado bovino son *C. pecorum, C. suis, C. psittaci*, y *C. abortus*, siendo estas dos últimas capaces de producir infecciones en el hombre. La seroprevalencia de esta enfermedad es alta en el ganado bovino, considerándose una infección endémica, de carácter subclínico (Reinhold *et al.*, 2011). Recientemente, se ha descrito que las infecciones subclínicas por clamidias podrían producir pérdidas importantes en las explotaciones bovinas. En este sentido, se ha señalado un efecto negativo sobre la fertilidad, la producción de leche, y las funciones respiratoria y digestiva. Incluso, podrían formar parte de un complejo multifactorial junto con factores de manejo y de higiene, produciendo un claro efecto negativo sobre la salud de la explotación.

En relación a la trasmisión, la eliminación fecal de las clamidias por animales portadores es el modo más frecuente, pudiéndose también diseminar a través de las descargas vaginales, oculares y nasales, abortos y orina. El toro puede actuar como portador de la infección, pudiendo eliminar intermitentemente la bacteria a través del semen. La bacteria se ha encontrado en el 9,2% muestras de semen y en el 10,7% de lavados prepuciales de 120 toros (Kauffold *et al.*,

2007). Sin embargo, los toros que eliminaron el patógeno en el semen, no mostraron ningún signo clínico o alteraciones en el eyaculado y tampoco existió una asociación entre la presencia de la bacteria en semen y de anticuerpos. Las vacas infectadas por toros positivos a través de la cubrición, pueden desarrollar clamidiosis genital (por *C. abortus*), siendo, por tanto, esta práctica, uno de los factores de riesgo.

El diagnóstico se realiza por serología para la detección de anticuerpos en suero. Sin embargo, para evidenciar la existencia de infecciones subclínicas, la combinación de la serología (ELISA) y de la PCR es el abordaje más adecuado.

En relación al control, en el mercado se pueden encontrar vacunas vivas e inactivadas para el control de la clamidiosis ovina. Estas vacunas se han utilizado de forma generalizada para el control de los brotes de aborto en los pequeños rumiantes y con menor frecuencia en el ganado bovino.

4.3.3. Fiebre Q

Revisado en: Angelakis & Raoult (2009); Ortega-Mora (2012); Garcia-Ispierto *et al.* (2014).

La Fiebre Q es una zoonosis de distribución mundial causada por la bacteria *Coxiella burnetii*. Se considera que el reservorio de la infección son los rumiantes domésticos. La fiebre Q en el ganado bovino se asocia a veces con abortos esporádicos, subfertilidad, metritis y/o mamitis y también, con neumonía. Los terneros recién nacidos pueden tener debilidad, padecer diarrea y problemas respiratorios, aunque lo más frecuente es que la infección sea asintomática. En nuestro país se ha descrito en el ganado de carne del norte de España una prevalencia de rebaño del 43% (Ruiz-Fons *et al.,* 2010). Sin embargo, aunque las prevalencias son altas en el ganado bovino, la enfermedad en su forma clínica es rara y se asocia a veces con abortos esporádicos.

C. burnetii se mantiene en la naturaleza a través de dos ciclos, el ciclo doméstico, en el que forman parte los rumiantes y los animales de compañía y el ciclo silvestre, en el que están implicados los animales silvestres y las garrapatas. La eliminación de bacterias se produce a través de la leche, las heces y la mucosa vaginal, siendo capaz de sobrevivir durante largos períodos en el medio ambiente. La transmisión se puede producir por la picadura de garrapatas, pero el principal modo de transmisión en el ganado es la inhalación de aerosoles o alimento/agua contaminados. La presencia de *C. burnetti* también se ha descrito en semen de toros seropositivos (Kruszewska & Tylewska-Wierzbanowska, 1997), pero su implicación epidemiológica se desconoce.

La técnica ELISA para la detección de anticuerpos en muestras de suero es el método más utilizado para el diagnóstico, pero su interpretación a nivel individual es difícil, ya que se ha descrito la eliminación de la bacteria en animales seronegativos y animales seropositivos que no la eliminan. También existen técnicas de PCR que pueden aplicarse en muestras biológicas.

Para el control, se recomienda la vacunación y el mantenimiento de unas condiciones higiénicas adecuadas en las explotaciones. Existen vacunas comerciales que pueden ser útiles para disminuir la excreción de bacterias en los animales infectados, aunque los estudios que se han realizado son en vacas de leche.

4.3.4. Neosporosis

Existe posibilidad de eliminación de *Neospora caninum* en semen de toros infectados naturalmente, al detectarse ADN de *N. caninum* en semen fresco y congelado (Ferre *et al.,* 2005). Sin embargo, la carga parasitaria en semen de toros infectados de forma natural o experimental con *N. caninum* es muy baja (por debajo de 15 parásitos/ml) (Ferre *et al*., 2005; Serrano-Martínez *et al*., 2007a).

Los estudios experimentales han demostrado que es posible la infección intrauterina en vacas con semen contaminado con un número elevado de parásitos (50.000; Serrano-Martínez *et al*., 2007b), muy superior al número de parásitos eliminados en semen en toros con infección natural. Además, no se ha detectado seroconversión en novillas cubiertas mediante monta natural por toros experimentalmente infectados por *N. caninum* (Osoro *et al*., 2009). En conjunto, estos resultados indican que la transmisión venérea de la neosporosis bovina es un hecho poco probable aunque se recomienda utilizar sementales negativos a *N. caninum* por técnicas serológicas (ELISA y/o WB).

4.3.5. Babesiosis, theileriosis, anaplasmosis

Revisado en: González & Astiz (2002).

La babesiosis es una enfermedad producida por el parásito protozoo del género *Babesia* cuyas especies más extendidas en nuestro país son *B. bovis* y *B. bigemina,* si bien en la zona norte existe *B. divergens* responsable de la babesiosis bovina europea. Por su parte, el protozoo *Theileria annulata* es el agente causal de la theileriosis tropical o mediterránea y la Rikettsia *Anaplasma marginale* el agente causal de la anaplasmosis. Estos agentes se localizan principalmente en el interior de los glóbulos rojos (Figura 22), aunque *T. annulata* también se multiplica en linfocitos y células del sistema mononuclear fagocitario. Las tres enfermedades tienen en común que provocan la aparición de un cuadro de anemia hemolítica con ictericia, fiebre elevada, abortos y mortalidad en los cuadros más graves. En el caso de la babesiosis es frecuente la presencia de hemoglobinuria. En la theileriosis la hemoglobinuria es de menor intensidad y ocasionalmente, se acompaña de hipertrofia ganglionar, sialorrea, diarrea, y en la forma hiperaguda, de edema de pulmón normalmente de curso fatal. Estas enfermedades se transmiten por la picadura de garrapatas. En zonas de clima templado como España, existe una variación estacional de la enfermedad relacionada con la propia variación estacional de los vectores. La distribución de estas enfermedades en el ganado bovino dependerá de la presencia del vector, siendo población de riesgo, los rebaños que ocupan principalmente el sur peninsular.

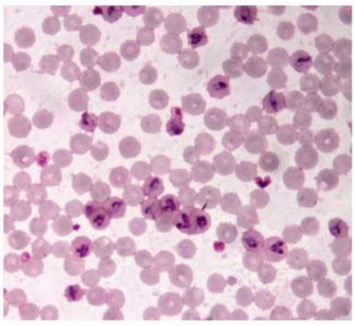


Figura 22. Merozoítos de *B. bigemina* en el interior de los eritrocitos

La importancia de incluir estas enfermedades en la valoración sanitaria del toro, radica en la incorporación de sementales portadores en áreas donde estos patógenos no están presentes, pero donde existen vectores potenciales. La presentación de un brote clínico también podría producirse mediante la transmisión mecánica de forma iatrogénica por material contaminado (ej. agujas) de animales portadores a animales negativos. Por su parte, el riesgo de transmisión de estas enfermedades por vía seminal se desconoce, ya que apenas existe información al respecto.

El diagnóstico de la babesiosis, theileriosis o anaplasmosis se puede llevar a cabo mediante la identificación microscópica del agente en extensiones de sangre entera; sin embargo, esta técnica es poco sensible para la detección de animales portadores. Para estos casos, se recomiendan técnicas moleculares como PCR o "Reverse line blotting", que permiten la identificación de piroplasmas, también a partir de sangre entera.

En el caso de la babesiosis, existe la posibilidad de aplicar tratamiento etiológico con imidocarb (Imizol^{R}) en animales positivos. En la theileriosis el tratamiento de elección se basa en naftoquinonas, como la buparvacuona, pero su uso no está permitido en Europa. Las tetraciclinas se suelen usar para el tratamiento de la theileriosis y anaplasmosis, aunque su efecto curativo es limitado.

4.3.6. Enfermedad de Schmallenberg

La enfermedad de Schmallenberg (VSB) es de muy reciente descripción pero se cree que ya está ampliamente distribuida en nuestro país. Cursa con un cuadro clínico inespecífico en animales adultos, fallo reproductivo asociado a abortos y malformaciones congénitas (ej. tortícolis, hidrocefalia, artrogriposis, hipoplosia del cerebelo, etc.; Rojo-Montejo *et al*., 2013). En relación a la trasmisión, ésta ocurre por la picadura de mosquitos *Culicoides*. Asimismo, se han detectado partículas viables del virus en semen (Ponsart *et al*., 2014), pero su implicación epidemiológica se desconoce.

El diagnóstico de la infección se realiza actualmente mediante técnicas serológicas (ELISA).

Continuar leyendo el capítulo...

5. Conclusiones

El control sanitario orientado a la valoración de la aptitud reproductiva del toro debe constituir una práctica habitual en las ganaderías que utilizan la monta natural como estrategia reproductiva. El conocimiento del estado sanitario del semental es clave, ya que puede tener consecuencias económicas y sanitarias graves en la explotación si el animal es infértil/estéril o padece una enfermedad susceptible de transmitirse por medio de la monta natural.

El examen sanitario se debe realizar en los animales de nueva adquisición y en los toros de la explotación tres o cuatro meses antes del comienzo del período de cubriciones y de forma anual. La valoración sanitaria incluiría, en primer lugar, un examen del estado general y de los órganos reproductores. En el examen de los órganos reproductores se pueden detectar numerosas enfermedades transmisibles que van causar disfunciones orgánicas en el aparato reproductor, ocasionando problemas para la cópula o alteraciones en la calidad espermática.

Consecutivamente a este primer examen, se debe realizar el diagnóstico de una serie de enfermedades que son importantes en el toro, desde el punto de vista sanitario y epidemiológico, tales como: *i)* las enfermedades de declaración obligatoria (tuberculosis y brucelosis); *ii)* enfermedades de transmisión sexual (ETS) como la tricomonosis, campilobacteriosis genital bovina, diarrea vírica bovina (BVD) y la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR); y *iii)* enfermedades de las que el toro puede ser portador asintomático, como la besnoitiosis bovina, paratuberculosis, y otras enfermedades (leptospirosis, clamidiosis, fiebre Q, babesiosis, theileriosis, anaplasmosis), en las que se debe tener en cuenta la zona geográfica de procedencia, ya que algunas regiones son endémicas.

Las enfermedades que deben incluirse en el examen sanitario del semental, además de la tuberculosis y brucelosis, son la IBR y BVD, dos enfermedades víricas de gran importancia en el control en los sementales, porque están ampliamente distribuidas en nuestro país, presentan prevalencias elevadas y además pueden ocasionar fallo reproductivo en las hembras. Por otra parte, existen dos grupos de enfermedades asociadas a la monta natural que han despertado la atención del sector por su re-emergencia en los últimos diez años; estas son las enfermedades de transmisión venérea (tricomonosis y campilobacteriosis genital bovina) que causan fallo reproductivo temprano, y la besnoitiosis bovina, la cual puede producir esterilidad en los machos. Asimismo, la paratuberculosis es otra enfermedad ampliamente extendida y que debe incluirse en la valoración sanitaria del toro debido al riesgo para el rebaño de incorporar animales portadores.

Continuar leyendo el capítulo...

6. Bibliografía

Abril, C., Vilei, E., Brodard, I., Burnens, A., Frey, J., and Miserez, R. 2007. Discovery of insertion element ISCfe1 A new tool for Campylobacter fetus subspecies differentiation. Clin. Microbiol. Infect. 13, 993-1000.

Adler, B., and de la Peña Moctezuma, A. 2010. Leptospira and leptospirosis. Vet. Microbiol. 140, 287-296.

Alonso-Andicoberry, C., García-Pela, F.J., Pereira-Bueno, J., Costas, E., Ortega-Mora, L.M., 2001. Herd-level risk factors associated with Leptospira spp seroprevalence in dairy and beef cattle in Spain. Prev. Vet. Med. 52, 109117.

Alt, D.P., Zuerner, R.L., Bolin, C.A., 2001. Evaluation of antibiotics for treatment of cattle infected with Leptospira borgpetersenii serovar hardjo. JAVMA 219, 636–639.

Álvarez-García, G., Fernández-García, A., Gutiérrez-Expósito, D., Ruiz-Santa Quiteria, J.A., Aguado-Martínez, A., and Ortega-Mora, L.M., 2014. Seroprevalence of Besnoitia besnoiti infection and associated risk-factors in cattle from an endemic region in Europe. Vet. J. 200(2), 328–31.

Álvarez-García G. & Ferre I. En prensa. Besnoitiosis bovina. Capítulo 37. Colección: Manuales clínicos de veterinaria. Libro: Enfermedades infectocontagiosas en rumiantes. Editorial: Elsevier. ISBN: 9788491133537

Álvarez-García, G., Frey, C.F., Mora, L.M.D., and Schares, G., 2013. A century of bovine besnoitiosis: An unknown disease re-emerging in europe. Trends Parasitol. 29, 407-415.

Álvarez-García, G., Fernández-García, A., Gutierrez-Expósito, D., Quiteria, J.A., Aguado-Martínez, A., and Ortega-Mora, L.M., 2014. Seroprevalence of Besnoitia besnoiti infection and associated risk factors in cattle from an endemic region in europe. Vet. J. 200, 328-331.

Angelakis, E., Raoult, D., 2009. Q fever. Vet. Microbiol. 140, 297-309.

Astiz S, 2016. Veterinarios de ADS de Galicia, un nuevo modelo de control de la BVD. Jornada Boehringer Ingelheim. Santiago de Compostela, Spain.

Atxaerandio, R., Aduriz, G., Zluaga, I., Esteban, J.I., Maranda, L., Mainar-Jaime, R.C., 2005. Serological evidence of Leptospira interrogans serovar Bratislava infection and its association with abortions in cattle in northern Spain. Vet. Rec. 156, 376–380.

Balseiro, A., Prieto, J.M., Espi, A., Perez, V., and Marin, J.G., 2003. Presence of fecal and multifocal colonization of Leptospira interrogans serovar Bratislava of the external wall of cattle positive to the tuberculin skin test. Vet. J. 166, 210-212.

Bastida, F., and Juste, R.A., 2011. Paratuberculosis control: A review with a focus on vaccination. J Immune Based Ther 9, 8.

Bondurant, R.H., 2005. Venereal diseases of cattle: Natural history, diagnosis, and the role of vaccines in their control. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 21, 383-408.

Borel, N., Janett, F., Teankum, K., Zlinszky, K., Ilon, C., and Hilbe, M., 2007. Testicular hypoplasia in a bull persistently infected with bovine diarrhoea virus. J. Comp. Pathol. 137, 169-173.

Brodersen, B., 2014. Bovine viral diarrhea virus infections: Manifestations of infection and recent advances in understanding pathogenesis and control. Vet. Pathol. 51, 453-464.

Campero, C.M., Cipolla, A.L., Odriozola, E., Medina, D., Morsella, C.G., and Saubidet, M., 1993. Tratamientos sistemicos en toros con infeccion genital a Campylobacter fetus subsp. fetus. Vet. Argent. 10, 303-303.

Cavalieri, J., and Van Camp, S.D., 1997. Bovine seminal vesiculitis: A review and update. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 13, 233-241.

Chiodini, R.J., Van Kruiningen, H.J., and Merkal, R.S., 1984. Ruminant paratuberculosis (Johne's disease): The current status and future prospects. Cornell Vet. 74, 218-262.

Collantes-Fernández, E., Fort, M.C., Ortega-Mora, L.M., and Schares, G., 2018. Trichomonas. Trichomonas. Parasitic protozoa of farm animals and pets. Springer. pp. 313-388.

Collantes-Fernández E., Horcajo Pilar. Trichomonosis y Campylobacteriosis genital bovina. En García-Bocanegra I, Zafra-Leva R. editores. Enfermedades infectocontagiosas en rumiantes. Madrid: Elsevier; 2019. p.272-279.

Collantes-Fernández, E., Moreno-Gonzalo, J., Sánchez-Sánchez, R., García-Bocanegra, I., Horcajo-Iglesias, P., and Ortega-Mora, L.M., 2019. Prevalence of bovine trichomonosis and associated risk factors in cattle from Spanish beef herds. Theriogenology 128, 116-121.

Collantes-Fernández, E., Mendoza-Ibarra, J.A., Pedraza-Díaz, S., Rojo-Montejo, S., Navarro-Lozano, V., Sanchez-Sanchez, R., Ruiz-Santa-Quiteria, J.A., Ortega-Mora, L.M., and Osoro, K., 2014. Efficacy of a control program for bovine trichomonosis based on testing and culling infected bulls in beef cattle managed under mountain pastoral systems of northern spain. Vet. J. 200, 140-145.

Collantes-Fernández, E., Ortega-Mora, L.M., García-Paloma, J.A., 2016. Aptitud reproductiva en toros de monta natural. I. valoración sanitaria. Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de Espaço. Boletín ANEMBE 114. 32 - 43.

Déguez, F.J., Yus, E., Vilar, M.J., Sanjuán, M.L., Arnaiz, I., 2009. Effect of bovine viral

diarrhoea virus (BVDV) infection on dairy calf rearing. Res. Vet. Sci. 87, 39–40.

Diezma Díaz, C., Jiménez-Meléndez, A., Fernández, M., Gutiérrez-Expósito, D., García-Lunar, P., Ortega-Mora, L., Pérez-Sales, J., Blanco-Murcia, J., Ferre, I., and Álvarez-García, G., 2017. Bovine chronic besnoitiosis in a calf: Characterization of a novel B. besnoiti isolate from an unusual case report. Vet. Parasitol. 247, 10-18.

Donate J, 2014. ¿Por qué el BVD es la enfermedad vírica del ganado vacuno más frecuente de europa?. Portal Veterinario Albeitar 08/2014.

Eaglesome, M.D., and Garcia, M.M., 1997. Disease risks to animal health from artificial insemination with bovine semen. Rev. Sci. Tech. 16, 215-225.

Eiras, C., 2010. Diarrea vírica bovina BVD, rinotraqueítis infecciosa bovina IBR y neosporosis bovina en galicia: Evaluación de la situación epidemiológica y diagnóstico en la leche de tanque. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Ellis, W. A., 1994. Leptospirosis as a cause of reproductive failure. En: Miller, R. B. (Ed). Diagnosis of abortion. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 10, 463-478.

Espi, A., Prieto, J.M., Fernández, M., Álvarez, M., 2000. Serological prevalence to six leptospiral serovars in cattle in Asturias (Northern Spain). Epidemiol. Infect. 124, 599-602.

Esteban-Gil, A., Jacquet, P., Florentin, S., Decaudin, A., Berthelot, X., Ronsin, P., Grisez, C., Prevot, F., Alzieu, J., and Marois, M., 2016. Does bovine besnoitiosis affect the sexual function of chronically infected bulls? Theriogenology 86, 1325-1332.

Esteban-Gil, A., Grisez, C., Prevot, F., Florentin, S., Decaudin, A., Picard-Hagen, N., Berthelot, X., Ronsin, P., Alzieu, J.P., Marois, M., Corboz, N., Peglion, M., Vilardell, C., Lienard, E., Bonvina, E., Castillo, J.A., Franc, M., and Jacquet, P., 2014. No detection of besnoitia besnoiti DNA in the semen of chronically infected bulls. Parasitol. Res. 113, 2355-2362.

European Food Safety Authority, 2010. Bovine besnoitiosis: An emerging disease in europe. EFSA Journal 8,1499.

European Food Safety Authority, 2017a. Scientific opinion on Assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): bovine genital campylobacteriosis. EFSA Journal 15 (01), 4590-5020.

European Food Safety Authority, 2017b. Scientific opinion on Assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): Trichomonosis. EFSA Journal, 15, 4992-5029.

European Union, 1988. Council Directive EEC 88/407 of 14th June 1988 laying down the animal health requirements applicable to intra-community trade in and imports of deep-frozen semen of domestic animals of the bovine species. Off. J. European Communities Council of 1988, 24.VI.23.

European Union, 2004. Modification of Annexe D of Council Directive EEC 88/407 of 14th June 1988 laying down the animal health requirements applicable to intra-community trade in and imports of deep-frozen semen of domestic animals of the bovine species. Off. J. European Communities Council of 04.2004, 15.23.

Evans, C.A., Pinior, B., Lanska, M., Graham, D., Schweizer, M., Guidarini, C., Decaro, N., Ridpath, J., and Gates, M.C., 2018. Global knowledge gaps in the prevention and control of bovine viral diarrhoea (BVD) virus. Transbound Emerg Dis in press.

Fellesen, R.S., Lambeet, N., Bachmann, P., Nicolet, J., Muller, N., and Gottstein, B., 1998. Detection of Trichichromonas foetus by PCR and DNA enzyme immunoassay based on rRNA gene unit sequences. J. Clin. Microbiol. 36, 513-519.

Ferre, I., Aduriz, G., Del-Pozo, I., Regidor-Cerrillo, J., Atxaerandio, R., Collantes-Fernández, E., Hurtado, A., Ugarte-Garagarza, C., Ortega-Mora, L.M., 2005. Detection of Neospora caninum in the semen and blood of naturally infected bulls. Theriogenology 63(5), 1504-18.

Fort, M., Dubié, D., Sago, A., Goyeneche, P., Benini, A., Fernández, E., Collantes-Fernández, E., Sánchez-Sánchez, R., Moreno-Gonzalo, J., and Ortega-Mora, L.M., 2016. Evaluation of the performance of bovine trichomonosis control program in la pampa-argentina. XXI International Congress ANEMBE, Santiago de Compostela, Spain.

Fort, M., Sánchez-Sánchez, R., Moreno-Gozalo, J., Cano, D., García-Bocanegra, I., Quevedo Neyra, L., García-Pela, F., Ortega-Mora, L.M., and Collantes-Fernández, E., 2017. Bovine trichomonosis: diagnostics control of the campylobacteriosis genital bovina. XXI Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina.

Frey, C.F., Gutierrez-Expositio, D., Ortega-Mora, L.M., Benavides, J., Marcen, J.M., Castillo, J.A., Casasus, I., Sanz, A., García-Lunar, P., Esteban-Gil, A., and Alvarez-García, G., 2013. Chronic bovine besnoitiosis: Intra-organ parasite distribution, parasite loads and parasite-associated lesions in subclinical cases. Vet. Parasitol. 197, 95-103.

García, A., and Shalloo, L., 2015. Invited review: The economic impact and control of paratuberculosis in cattle. J. Dairy Sci. 98, 5019-5039.

García-Isarrio, I., Tutusaus, J., and López-Gatius, F., 2014. Does Coxiella burnetii affect reproduction in cattle? A clinical update. Reprod Domest Anim 49, 529-535.

García-Lunar, P., More, G., Campero, L., Ortega-Mora, L.M., and Alvarez-García, G., 2015. Anti-Neospora caninum and anti-Sarcocystis spp. specific antibodies cross-react with Besnoitia besnoiti and influence the serological diagnosis of bovine besnoitiosis. Vet. Parasitol. 214, 49-54.

García-Lunar, P., Ortega-Mora, L.M., Schares, G., Gollnick, N.S., Jacquet, P., Grisez, C., Prevot, F., Frey, C.F., Gottstein, B., and Alvarez-García, G., 2013. An inter-laboratory comparative study of serological tools employed in the diagnosis of Besnoitia besnoiti infection in bovines. Transbound Emerg. Dis. 60, 59-68.

García-Paloma, J.A., 2016. Metodología para valorar la aptitud reproductiva de toros de monta natural. III Jornada ANEMBE de vacuno extensivo. Problemática del toro bravo. Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España (ANEMBE).

García-Pela, F.J., 2005. Campilobacteriosis genital bovina. Bovis 75-100.

García-Pela, F.J., Herrero-Herrero, A., García-Baz, S., San Miguel-Ayanz, J.M., 2011. Leptospirosis: situación actual, diagnóstico y control. Proceedings del XVI Congreso Internacional de Avemte de Medicina Bovina. Ávila, 11.13 de mayo de 2011. pp. 191-201.

Gerritsen, M.J., Koopmans, M.J., Olyhoek, T., 1993. Effect of streptomycin treatment on the shedding of and the serologic responses to Leptospira interrogans serovar hardjo subtype hardjobovis in experimentally infected cows. Vet. Microbiol. 38, 129-138.

Givens, M., 2018. Review: Risks of disease transmission through semen in cattle. Animal 12, s165-s171.

Givens, M.D and Marley M.S.S. 2008. Pathogens that cause infertility of bulls or transmission via semen. Theriogenology 70, 504-7.

Gómez-Palacheo, J.M., Tarradas, C., Luque, I., Maldonado, J.L., González, M.A., and Perea, A., 2006. Factores de riesgo asociados a la infección por el virus de la DVB en el ganado bovino de Andalucía. modelos predictivos. V Jornadas de epidemiología y medicina preventiva veterinarias, Madrid.

González-García, M., Carbonero-Martínez, A., Borge-Rodríguez, C., Maldonado, J., Gómez-Palacheo, J.M., Perea-Remujo, J., García-Bocanegra, I., and Arenas-Casas, A., 2009. Seroprevalence and risk factors associated with bovine herpesvirus type 1 (BHV1) infection in non-vaccinated cattle herds in Andalusia (South of spain). Spanish Journal of Agricultural Research 3, 550-554.

González JV., Antiz S., 2002. Piroplasmosis bovina: Patogenia. Clínica y lesiones. Bovis 108, 41-52.

Guitián, F.J., García-Peña, F.J., Oliveira, J., Sanjuán, M.L., Yus, E., 2001. Serological study of the frequency of leptospiral infections among cows in farms with suboptimal reproductive efficiency in Galicia, Spain. Vet. Microbiol. 80, 275 – 284.

Gunn, G., Stott, A., and Humphry, R., 2004. Modelling and costing BVD outbreaks in beef herds. Vet. J. 167, 143-149.

Gutiérrez-Expósito, D., Arnal, M.C., Martínez-Durán, D., Regidor-Cerrillo, J., Revilla, M., de Luco, Daniel L. Fernández, Jiménez-Meléndez, A., Calero-Bernal, R., Habela, M.A., and García-Bocanegra, I., 2016. The role of wild ruminants as reservoirs of Besnoitia besnoiti infection in cattle. Vet. Parasitol. 223, 7-13.

Gutierrez-Expositio, D., Ferre, I., Ortega-Mora, L.M., and Alvarez-García, G., 2017. Advances in the diagnosis of bovine besnoitiosis: Current options and applications for control. Int. J. Parasitol. 47, 737-751.

Houe, H., 1999. Epidemiological features and economical importance of bovine virus diarrhoea virus (BVDV) infections. Vet. Microbiol. 64, 89-107.

Houe, H., Lindberg, A., and Moennig, V., 2006. Test strategies in bovine viral diarrhea virus control and eradication campaigns in Europe. J Vet Diagn Invest. 18, 427-436.

Hull, B.L., and Rupp, S.R., 2008. Seminal vesiculitis. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 24, 267-272.

Jones, C., 2003. Herpes simplex virus type 1 and bovine herpesvirus 1 latency. Clin. Microbiol. Rev. 16, 79-95.

Jubb, KVF., 1985. Pathology of domestic animals 3rd edition. Academic press.

Kahrs, R., Sheffey, B., and Schultz, R., 1977. Infectious bovine rhinotracheitis (IBR) virus in bovine semen: Current concepts. Journal of the American Association of Bovines Practitioners.

Kaufhold, J., Henning, K., Bachmann, R., Hotzel, H., and Melzer, F., 2007. The prevalence of chlamydiae of bulls from six bull studs in Germany. Anim. Reprod. Sci. 102, 111-121.

Kirkland, P.D., Richards, S.G., Rothwell, J.T., and Stanley, D.F., 1991. Replication of bovine viral diarrhoea virus in the bovine reproductive tract and excretion of virus in semen during acute and chronic infections. Vet. Rec. 128, 587-590.

Kruszewska, D., and Tylewska-Wierzbanowska, S., 1997. Isolation of Coxiella burnetii from bull semen. Res. Vet. Sci. 62, 299-300.

Lanyon, S.R., Hill, F.I., Reichel, M.P., and Brownlie, J., 2014. Bovine viral diarrhoea: Pathogenesis and diagnosis. Vet. J. 199, 201-209.

Lindberg, A., Brownlie, J., Gun, G.J., Houe, H., Moennig, V., Saatkamp, H.W., Sandvik,

T., Valle, P.S., 2006. The control of bovine viral diarrhoea virus in Europe: today and in

the future. Rev. Sci. tech. Off. Int. Epiz. 25, 961-979.

Mainar-Jaime, R., Berzal-Herranz, B., Arias, P., and Rojo-Vázquez, F., 2001. Epidemiological pattern and risk factors associated with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in a non-vaccinated dairy-cattle population from the asturias region of spain. Prev. Vet. Med. 52, 63-73.

Martínez, M., Chirino-Trejo, M., Rovay, H., Arteaga, A., Barth, A., 2003. Actualización en aborto neosvicular en toros. Taurus Bs As 11 (44), 16-34.

Mendoza-Ibarra, J.A., Ortega-Mora, L.M., Pedraza-Díaz, S., Rojo-Montejo, S., Ruiz-Santa-Quiteria, J.A., García-Pena, F.J., Navarro-Lozano, V., Cuevas Martín Mdel, C., Osoro, K., and Collantes-Fernández, E., 2013. Differences in the prevalence of Trichomonas foetus infection in beef cattle farmed under extensive conditions in Northern Spain. Vet. J. 196, 547-549.

Mendoza-Ibarra, J.A., Pedraza-Díaz, S., García-Pena, F.J., Rojo-Montejo, S., Ruiz-Santa-Quiteria, J.A., San-Miguel-Ibanez, E., Navarro-Lozano, V., Ortega-Mora, L.M., Osoro, K., and Collantes-Fernández, E., 2012. High prevalence of Trichomonas foetus infection in Asturiana de la Montana beef cattle kept in extensive conditions in Northern Spain. Vet. J. 193, 146-151.

Michi, A.N., Favetto, P.H., Kastelic, J., and Cobo, E.R., 2016. A review of sexually transmitted bovine trichomoniasis and campylobacteriosis affecting cattle reproductive health. Theriogenology 85, 781-791.

Muylkens, B., Thiry, J., Kirten, P., Schynts, F., and Thiry, E., 2007. Bovine herpesvirus 1 infection and infectious bovine rhinotracheitis. Vet. Res. 38, 181-209.

Newcomer, B.W., Toohey-Kurth, K., Zhang, Y., Brodersen, B.W., Marley, M.S., Joiner, K.S., Zhang, Y., Galik, P.K., Riddell, K.P., and Givens, M.D., 2014. Laboratory diagnosis and transmissibility of bovine viral diarrhea virus from a bull with a persistent testicular infection. Vet. Microbiol. 170, 246-257.

Olsen, I., Sigurðardóttir, Ó., and Djønne, B., 2002. Paratuberculosis with special reference to cattle: A review. Vet. Q. 24, 12-28.

OIE, Manual of Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees).Volume 1, Chapter 2.1.9; Leptospirosis (6th Ed), 2008. Office International des Epizooties, Paris, France.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), 2017. Código Sanitario para los animales terrestres. Campilobacteriosis genital bovina.

Ortega-Mora, L.M., 2012. Is Q fever a significant cause of reproductive failure in cattle? Vet. Rec. 170, 257-258.

Osoro, K., Ortega-Mora, L.M., Martínez, A., Serrano-Martínez, E., Ferre, I., 2009. Natural breeding with bulls experimentally infected with Neospora caninum failed to induce seroconversion in dams. Theriogenology 71(4), 639-42.

Pérez, V., Moreno, O., Muñoz, M., García-Pariente, C., Benavides, J., Delgado, L., González, J., Luis, M., Fuertes, M., and García-Marín, J.F., 2009. Diagnosis of paratuberculosis in slaughtered calves in the Northwest of Castilla y León (Spain) by pathological methods. Proc.10th Int.Col.PTBC 184.

Ponsart, C., Pozzi, N., Bréard, E., Catinot, V., Viard, G., Salleau, C., Viarouge, C., Gouril, J., Beer, M., and Zientara, S., 2014. Evidence of excretion of Schmallenberg virus in bull semen. Vet. Rec. 45, 37.

Rasperi, K., Orro, T., and Viltrop, A., 2014. Epidemiology and control of bovine herpesvirus 1 infection in Europe. Vet. J 201, 249-256.

Rae, D.O., and Crews, J.E., 2006. Trichichromonas foetus. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 22, 595-611.

Reinhold, P., Sachse, K., and Kaltenboeck, B., 2011. Chlamydiaceae in cattle: Commensals, trigger organisms, or pathogens? Vet. J 189, 257-267.

Rojo-Montejo, S., San Miguel-Ayanz, J.M., Barrios, V., García-Fariña, O., Navarro-Lozano, V., Collantes-Fernández, E., Aduriz, G., Ortega-Mora, L.M. Descripción de varios casos clínicos asociados a infección por el virus de la enfermedad de Schmallenberg en ganado bovino en España. Boletín ANEMBE 2013, 100:14-17.

Rovay, H., Barth, A.D., Chirino-Trejo, M., Martínez, M.F., 2008. Update on treatment of vesiculitis in bulls. Theriogenology 70(3), 495-503.

Ruiz-Fons, F., Astobiza, I., Barandika, J.F., Hurtado, A., Atxaerandio, R., Juste, R.A., and García-Pérez, A.L., 2010. Seroepidemiological study of Q fever in domestic ruminants in semi-extensive grazing systems. BMC Vet Res 6, 3.

Ruiz-Santa-Quiteria, J.A., Ortega-Mora, L.M., 2007. Trichichromonis. In: Ortega-Mora, L.M., Gottstein, B., Conraths, F.J., and Buxton, D. (Eds.). Protozoal abortion in farm ruminants. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, UK, pp. 232-262.

San Miguel JM, Ortega-Mora LM, García-Peña FJ. 2008. Impacto de los diferentes agentes infecciosos en la reproducción de una ganadería de lidia. Manual de reproducción y gestión del toro de lidia. En: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Ed.), Manual de reproducción y gestión del toro de lidia. pp. 66-92.

Santhueza, J., Mucci, C., Jackson, R., Hughes, P., Anderson, P., Kelly, K., and Walker, G., 2014. Pregnancy rates of beef cattle are not affected by Campylobacter fetus subsp. venerealis real-time PCR positive breeding sires in New Zealand. N. Z. Vet. J. 62, 237-243.

Schares, G., Langenmayer, M.C., Majzoub-Altweck, M., Scharr, J.C., Gentile, A., Maksimov, A., Schares, S., Conraths, F.J., and Gollnick, N.S., 2016. Naturally acquired bovine besnoitiosis: Differential distribution of parasites in the skin of chronically infected cattle. Vet. Parasitol. 216, 101-107.

Serrano-Martínez, E., Ferre, I., Martínez, A., Osoro, K., Mateos-Sanz, A., Del-Pozo, I., Aduriz, G., Tamargo, C., Hidalgo, C.O., Ortega-Mora, L.M., 2007a. Experimental neosporosis in bulls: parasite detection in semen and blood and specific antibody and interferon-gamma responses. Theriogenology. 67(6), 1175-84.

Serrano-Martínez, E., Ferre, I., Osoro, K., Aduriz, G., Mota, R.A., Martínez, A., Del-Pozo, I., Hidalgo, C.O., Ortega-Mora, L.M., 2007b. Intrauterine Neospora caninum inoculation of heifers and cows using contaminated semen with different numbers of tachyzoites. Theriogenology. 67(4), 729-37.

Silveira, C.D.S., Fraga, M., Gianniti, F., Macías-Rioseco, M., and Riet-Correa, F., 2018. Diagnosis of Bovine Genital Campylobacteriosis in South America. Frontiers Vet Sci 5, 12.

Smith, C.R., Corney, B.G., McGowan, M.R., McClintock, C.S., Kelterer, P.J., 1997. Amoxycillin as an alternative to dihydrostreptomycin suitable for treating cattle infected with Leptospira borgpetersenii serovar hardjo. Aust. Vet. J. 75, 818-821.

Tapioles, M., 2016. Caracterización de las medidas de bioseguridad de la raza bovina Asturiana de la Montaña. Trabajo Fin de Máster. Universidad Complutense de Madrid.

Van Camp, S.D, 1997. Common causes of infertility in the bull. Veterinary Clinics: Food Animal Practice 13, 203-231.

van der Graaf-van Bloois, L., van Bergen, M.A., van der Wal, F.J., de Boer, A.G., Duim, B., Schmidt, T., and Wagenaar, J.A., 2013. Evaluation of molecular assays for identification Campylobacter fetus species and subspecies and development of a C. fetus specific real-time PCR assay. J. Microbiol. Methods 95, 93-97.

Van Oirschot, J., 1995. Bovine herpesvirus 1 in semen of bulls and the risk of transmission: A brief review. Vet. Q. 17, 29-33.

Vega, S., Orden, J.A., Sánchez, A.G., Palacios, M.T.P., Santa Quiteria, Jóse Antonio Ruiz, and De la Fuente, R., 2004. Seroprevalencia de anticuerpos frente al virus de la diarrea vírica bovina en el ganado bovino de la comunidad autónoma de Madrid. Laboratorio Veterinario AVEDILA 2-8.

Yus, E., Ferreiro, C.E., Hernán-Pérez, M.L.S., Seco, I.A., and Casaña, F.J.D, 2009. Situación actual y programas de control y erradicación del IBR en España. Albéitar: publicación veterinaria independiente 4-7.



Giovanni Gnemmi[1], Cristina Maraboli[1], Nicolás Escartin[2], Isabel Muñoz[2], Arantxa Echegaray[2]

[1] Bovinevet Internacional Bovine Ultrasound Services & Herd Management S.L. [2]Humeco, Consorcio Mercantil de Huesca S.L.
giovanni.gnemmi@bovinevet.com

La ultrasonografía del aparato reproductor del toro es una técnica mínimamente invasiva y no traumática que se utiliza para el diagnóstico de posibles alteraciones detectadas en su valoración reproductiva, así como para evaluar su pronóstico y evolución. Entre estas alteraciones podemos destacar el hallazgo de parámetros propios de toros con mala calidad seminal (alta presencia de espermatozoides anormales, baja concentración espermática, baja viabilidad después de la descongelación, presencia de leucospermia o piospermia) y las anomalías anatómicas evidenciadas en la exploración clínica (Kastelic *et al.*, 2012). A pesar de estas evidencias, el examen ultrasonográfico es una valoración no contemplada en los principales sistemas BBSE de referencia (WCABP, Barth 2013; ACV, Beggs 2013; y SFT, Koziol and Armstrong 2018).

En España son cada vez más los profesionales veterinarios que orientan su actividad hacia el ganado vacuno incorporando la técnica ecográfica para el control reproductivo de la hembra. Consideramos que este es un buen momento para que los grupos veterinarios especializados en la valoración de la aptitud reproductiva del toro amplíen su formación ecográfica al control reproductivo del macho, de manera que la ultrasonografía se pueda integrar en la metodología BBSE para abordar con más precisión el diagnóstico y en el pronóstico de los toros que se descartan como sementales.

El capítulo pretende contribuir a la formación veterinaria en esta nueva especialidad, presentando un importante documento gráfico donde se pueden comparar imágenes ecográficas de normalidad del aparato reproductor del toro con otras que reflejan el impacto de procesos patológicos o degenerativos.

1. Planteamientos previos

1.1. Preparación del toro

1.2. Equipamiento

1.3. Técnica ecográfica

2. Valoración ecográfica de los genitales externos

2.1. Testículos

2.2. Epidídimo

2.3. Cordón espermático

2.4. Pene

3. Valoración ecográfica de los genitales internos

3.1. Ampollas del conducto deferente

3.2. Glándulas vesiculares

3.3. Glándulas bulbouretrales

3.4. Próstata

3.5. Uretra

4. Patología ecográfica

4.1. Genitales externos

- 4.1.1. Testículos
- 4.1.2. Epidídimo
- 4.1.3. Cordón espermático
- 4.1.4. Pene

4.2. Genitales internos

- 4.2.1. Ampollas del conducto deferente
- 4.2.2. Glándulas vesiculares
- 4.2.3. Glándulas bulbouretrales

5. Conclusiones

6. Bibliografía

1. Planteamientos previos

La ultrasonografía siempre se debe hacer con posterioridad 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 muy poco invasivo, especialmente en comparación con una biopsia, cuestionada, especialmente por el riesgo de producción de anticuerpos anti-esperma, consecuencia posible tras este examen (Gnemmi *et al.,* 2018).

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 un pronóstico. El examen por ultrasonido está indicado tanto en los centros de producción de semen como en el caso de los toros utilizados para servicio natural en los rebaños comerciales. Este examen debería realizarse cada vez que se hayan detectado alteraciones cuali- o cuantitativas de la calidad seminal, o alteraciones anatómicas durante la exploración física (Gnemmi *et al.,* 2018).

1.1. Preparación del toro

Independientemente de la edad, el tamaño y el temperamento del toro, la ecografía debe realizarse en unas condiciones que garanticen el desarrollo óptimo de la técnica de manera segura para el técnico y en ausencia de estrés para el toro (Figura 1; Gnemmi *et al.,* 2018).



Figura 1. Colocación del toro en manga para examen de ultrasonido

Para ello, es esencial que se tengan en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Una manga de manejo apropiada y ubicada en un lugar tranquilo.

2. Lograr que el toro acepte nuestro acceso a la zona de exploración. La palpación de los testículos debe servir para advertir al toro de nuestra presencia, a la vez de permitir su examen clínico.

3. Si a la palpación se comprobara una agresividad excesiva del toro, está indicado proceder a una ligera sedación (Xilazina 0,02 mg/kg i.m. o diazepam 0,05 mg/kg i.v.). En animales muy nerviosos o bravos como el toro de lidia, las dosis recomendadas se pueden aumentar en un 50-100%.

4. En caso de planificar el examen con ultrasonografía junto con la evaluación del semen, conviene saber que después de eyacular, el toro suele estar más relajado, más tranquilo y su manejo es más sencillo y además los testículos se tornan más pendulares. Por lo tanto, se recomienda efectuar la ecografía tras la colección el semen. La eyaculación previa al examen ultrasonográfico descargará las ampollas de los conductos deferentes y las glándulas vesiculares. Sin embargo, debe recordarse que la electroeyaculación aumenta la temperatura de la piel del escroto que recubre la cola del epidídimo 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 (Kastelic *et al.*, 2012, Gnemmi *et al.*, 2018).

5. En caso de hiperqueratosis y/o esclerodermia, presente en los toros viejos y sobre todo en el invierno, antes del examen de ultrasonido es bueno desengrasar con alcohol la superficie de la piel de la zona a ecografiar. Antes de aplicar el gel, se aconseja mojar la superficie a examinar con agua a 35-38°C, con el fin de suavizarla y mejorar la adherencia del gel por ultrasonido. Además, debemos verificar la temperatura del gel, no sea demasiado baja, en cuyo caso lo podemos sumergir durante cinco minutos en baño maría a 35-38°C (Gnemmi *et al.,* 2018). El aceite vegetal también da muy buen resultado como agente acoplante, mientras que el aceite mineral no se recomienda.

1.2. Equipamiento

La ecografía del aparato reproductor del toro se realiza con el mismo equipo utilizado en el diagnóstico ginecológico bovino. Se utilizan escáneres de ultrasonido portátiles (2.850-6.500 g) o ultra portátiles (650-1.850 g; Gnemmi *et al.,* 2018). Todos los instrumentos portátiles y ultra portátiles de nueva generación también ofrecen la posibilidad de Doppler color. Este examen puede ser útil en el diagnóstico diferencial de la fibrosis y la pseudofibrosis de los testículos.

Existen en el mercado diferentes tipos de transductores o sondas, el transductor lineal de 5,0-7,5 MHz permite analizar con precisión el testículo en todas sus partes (parénquima, cabeza, cola y cuerpo del epidídimo) y el cordón espermático. También permite el análisis de las ampollas deferentes, la próstata (cuerpo y parte diseminada), las glándulas vesiculares y las glándulas bulbo-uretrales. Se puede utilizar también una sonda de 8-11 MHz (T-Line), empleada normalmente para la exploración de tendones y ligamentos en la clínica equina (Gnemmi *et al.,* 2018). Esta sonda permite realizar una evaluación más precisa en las lesiones pequeñas. Incluso la sonda lineal o convexa 2,0-3,5 MHz es de gran utilidad, permitiendo realizar una evaluación simultánea del parénquima testicular de ambos testículos en toros adultos (Gnemmi *et al.,* 2018). Normalmente no se utiliza un transductor sectorial, debido a que su superficie esférica no se adapta bien a la superficie, también esférica de los testículos. De todas las sondas comentadas la más indicada para la evaluación que nos ocupa es la lineal de 5,0-7,5 MHz.

1.3. Técnica ecográfica

La exploración ecográfica es un examen absolutamente libre de riesgo. Tras su aplicación dos veces por semana durante 10 semanas a la par que la colecta seminal, no fue posible demostrar efecto adverso alguno sobre la calidad del parénquima testicular ni sobre la calidad del semen obtenido. Cuando las valoraciones de parénquima y semen se repitieron a los 70 días de finalizado el ensayo (duración de un ciclo de espermatogénesis) se volvieron a confirmar los resultados (Coulter *et al.,* 1988).

El examen ecográfico se lleva a cabo colocándose en la parte posterior y/o lateral del toro. En el caso de los toros muy nerviosos, es conveniente mantener una extremidad posterior elevada. Es conveniente realizar el examen protegiendo la pantalla del ecógrafo de la luz, sobre todo si se trabaja con pantallas LCD. También existe la posibilidad de utilizar telecámaras montadas en gafas especiales, pantallas de muñeca, o pantallas de ultraligeros, conectados a través de *bluetooth* a la unidad de ultrasonido (Gnemmi *et al.*, 2018).

Continuar leyendo el capítulo…

2. Valoración ecográfica de los genitales externos

2.1. Testículos

Para evaluar los testículos, 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. Luego, con la mano izquierda se toma el testículo derecho, haciendo los mismos movimientos que anteriores de inversión (Figura 2.3).



Figura 2.3. Colocación de testículos para examen de ultrasonido

Tras el estudio comparativo de los dos testículos, anteriormente cada testículo por separado. Generamos cortes o secciones longitudinales y transversales. En la sección longitudinal, el eje principal de la sonda de ultrasonido es paralelo al eje longitudinal del testículo, y en la sección transversal, el eje principal de la sonda es perpendicular al eje mayor del testículo (Gherman, 2007; Gherman et al., 2009; Figura 4-5).



Figura 4. Examen ecográfico: sección longitudinal del testículo



Figura 5. Examen ecográfico: sección transversal del testículo

En la sección longitudinal es posible evaluar: parénquima testicular, longitud y anchura del testículo, túnica albuginea y vaginal y epidídimo (cabeza y cola) en la sección transversal, es posible evaluar los mismos estructura excepto la longitud testicular (Gherman, 2007; Gherman et al., 2009).

El testículo normal tiene una ecogenicidad moderada y homogénea, muy similar a la ecogenicidad del cuerpo tibio y aumenta con la madurez sexual como consecuencia de un incremento de su densidad (Kastelic et al., 2012). En cruces Bos taurus x Bos indicus, el aumento de la densidad testicular se retrasa hasta el periodo 49-52 semanas de edad (Brito et al., 2004). Estos cambios en la densidad de testículo se producen simultáneamente con los cambios histológicos en los testículos prepuberales e indican la diferenciación de las células de Sertoli, la formación de la barrera hematotesticular, el aumento del diámetro de los túbulos seminíferos y el aumento del volumen de parénquima testicular ocupado por los túbulos seminíferos. Este periodo también corresponde a la formación de la luz tubular y la aparición de espermatozoides en el semen (Chenoweth et al., 2013). Los cambios en la barrera y cruces de más de 28 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 (Brito et al., 2003).

En la Figura 6 se muestra el parénquima testicular hipoecogénico de un toro joven (5 meses) y en la Figura 7 el parénquima testicular ecogénico de un toro adulto.



Figura 6. 7. Parénquima testicular hipoecogénico de un toro joven de 11 meses de edad (izquierda) y parénquima testicular ecogénico de un toro adulto (derecha)

La raíz testis es muy ecogénica y en Bos taurus aumenta entre las 20 y 40 semanas de vida por el crecimiento de los túbulos seminíferos (Evans et al., 1996; Kastelic et al., 2012) (Figura 8).



Figura 8. Rete testis. 1. Mediastino; 2. Parénquima testicular; 3. Piel; 4. Túnica vaginal

El parámetro utilizado para medir la ecogenicidad es el mvet medio de píxeles, que suele determinarse en programas informáticos de análisis de imagen. Segale Brito et al. (2012) y Kastelic et al. (2012), el mvet medio de píxeles en la zona central del parénquima testicular cambia en la pubertad y en la madurez sexual de un toro.

En los últimos años, han surgido nuevos programas informáticos dedicados al análisis de la ecotextura del parénquima. Estos programas van más allá del simple análisis de los niveles de gris, permitiendo el análisis de microestructuras que aparecen en la ecografía del parénquima. Este nuevo enfoque permite una evaluación más precisa de los cambios fisiológicos y patológicos del parénquima. La densidad de determinadas microestructuras detectadas en la ecografía del parénquima se ha relacionado de manera estadísticamente significativa con los porcentajes de anomalías espermáticas de origen testicular (Gherman et al., 2008; Echegaray et al., 2008).

La presencia de focos ecogénicos (blanco) e hipoecogénicos/anecogénicos (oscuros) están generalmente relacionados con patologías del parénquima testicular (Figura 9).

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. La túnica vaginal parietal y visceral son delgadas e hipoecogénicas, separadas por una fina línea ecogénica de 2 mm, aproximadamente (Figura 10-11). El espacio entre los dos capas aumenta en el caso de hidro- , pio- y hematocele. Bajo la túnica vaginal se ve la túnica albuginea como una línea ecogénica delgada (Figura 6).



Figura 10. Anatomía ecográfica del testículo. 1. Piel; 2. Rafeta; 3. Parénquima testicular; 4. Mediastino; 5. Albuginea; 6. Tunica vaginalis externa; 7. Cavidad vaginal; 8. Tunica vaginalis interna



Figura 11. 1. Cordón Espermático; 2. Cabeza epididimo; 3. Cuerpo epididimo; 4. Tunica albuginea y Testicular; 5. Cola epididimo

2.2. Epidídimo

Son órganos pares, ubicados en estrecha relación anatómica con cada testículo. El epidídimo tiene tres partes: cabeza, cuerpo y cola. La cabeza del epidídimo se aplanada y está próxima al polo dorsal del testículo bajo el pliez parnpiniforme. El cuerpo es delgado y alargado, y se extiende desde la cara proboroscidal del testículo hasta la cola. La cola del epidídimo es el segmento más redondo que se localiza ventralmente.

En los toros jóvenes es posible evaluar cómodamente la cabeza y la cola del epidídimo con la sección longitudinal. El examen por ultrasonido para evidenciar la cabeza del epidídimo no siempre es fácil. Normalmente se utilizan secciones oblicuas (Figura 12).

Figura 12. Examen ecográfico de la cabeza del epidídimo

La cabeza del epidídimo es más ecogénica que el parénquima testicular (hiperecogénico respecto del parénquima testicular) y contrasta bien con la anecogenicidad de los vasos pertenecientes al plexo pampiniforme, fácilmente a ver más distante que el parénquima testicular (Figura 13).

Figura13. 3. Cabeza del epidídimo. 2. Parénquima testicular y 3. Plexo pampiniforme

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. En la sección longitudinal, se evidencia en pequeño conducto anecogénico con paredes débilmente ecogénicas.

La cola del epidídimo es la parte más accesible del mismo, situada en la parte ventral del testículo con una típica forma cónica. Una sonda lineal de pequeñas dimensiones (7.5 mz permite producir imágenes excelentes, gracias a la relación superficie de contacto y a que cerca de una mayor densidad de cristales piezoeléctricos (Figura 14).

Figura 14. Examen ecográfico de la cola del epidídimo

La cola del epidídimo se visualiza ecográficamente mediante cortes transversales oblicuos y parece menos ecogénica que el parénquima testicular, pero sobre todo menos homogénea. Se diferencia muy bien de los testículos (Figura 15-16).

Figura 15. 1. Cola del epidídimo; 2. Parénquima testicular; 3. Tabique escrotal

Figura 16. 1. Cola del epidídimo; 2. Parénquima testicular; 3. Piel

2.3. Cordón espermático

En el cordón espermático es dominante la presencia del plexo pampiniforme, caracterizado por conductos anecogénicos tortuosos. El cordón espermático cerca hasta los 14 meses de edad (Kastelic et al., 2012) y esta circunscrito por la túnica vaginal (lámina visceral y parietal) y en el interior contiene 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.

En secciones ecográficas transversales o longitudinales es posible ver muy bien la red vascular o cordón espermático, pues es claramente anecoica (Figuras 17-18).

Figura 17. Examen ecográfico del plexo pampiniforme

Figura 18. 1. Plexo pampiniforme izquierda; 2. Plexo pampiniforme derecha; 3. Piel

Sólo mediante el uso de Doppler color es posible distinguir las ramas arteriales de la densa red de anastomosis venosas (Figura 19).

Figura 19. Plexo pampiniforme con Doppler color

2.4. Pene

El pene se alcanza lateralmente (ver foto 1) y se evalúa principalmente en sección transversal. Antes de llevar a cabo el examen ecográfico del pene, debe sincerar la zona con suavidades eléctrica, cuchilla n°10 y aplicar abundante gel. La sonda se inserta perpendicular al eje principal del pene en dirección craneocaudal, para verificar la presencia de cualquier tumefacción (hematoma o abscesos). La túnica albuginea rodea el pene y se ve ecogénica. En el interior se puede ver el cuerpo cavernoso hipoecogénico y homogéneo. Ventralmente, cerca de la sonda, se puede ver el cuerpo esponjoso, que es también hipoecogénico y se ve inferior la uretra, como un orgánico virtual, anecogénico.

Continuar leyendo el capítulo...

3. Valoración ecográfica de los genitales internos

3.1. Ampollas del conducto deferente

Este examen se efectúa con la sonda en localización intrarrectal. Después de evacuar la materia fecal del recto se introduce la sonda tratando de crear buen contacto con la mucosa rectal. Primero se realiza una sección longitudinal derecha e izquierda y luego una sección transversal.

Los dos conductos deferentes se ubican craneal y dorsalmente con respecto al cuello de la vejiga (anecogénica), siendo las estructuras más craneales. 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 hipoecogénicas con una luz anecogénica; es decir, con una ecogenicidad muy similar a la de las glándulas vesiculares pero, sin embargo, con una forma muy distinta (Figura 20).



Figura 20. 1: Ampollas del conducto deferente; 2: Glándulas vesiculares; 3: Uretra;

3.2. Glándulas vesiculares

Para su exploración ultrasonográfica, primero se realiza una sección longitudinal derecha e izquierda y luego una sección transversal, deslizando la sonda en dirección craneocaudal. Situadas cerca de cada una de las correspondientes ampollas del conducto deferente y con una forma oblonga, las glándulas vesiculares se ramifican cerca del cuello de la vejiga. En condiciones fisiológicas su tamaño es proporcional a la edad del toro (Tabla 1, Figura 21).

Tabla 1. Dimensiones de las glándulas vesiculares en función de la edad del toro

Edad (años)	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Ancho (cm)
1	7 - 9	1,5 - 2,0	1,5 - 2,5 cm
5	10 - 15	2 - 4	3 - 7 cm



Figura 21. 1: Glándula vesicular: 2: Conducto de la glándula

Ecográficamente, las glándulas vesiculares tienen una ecogenicidad moderada y homogénea, la misma que la de un cuerpo lúteo compacto.

3.3. Glándulas bulbouretrales

Dada la ubicación muy caudal de las glándulas bulbouretrales, la sonda se debe introducir en el recto a una profundidad coincidente con el largo de la mano (15-20 cm). No son detectables por palpación rectal al estar cubiertas por el músculo bulboesponjoso. A diferencia de otras especies como el caballo y los camélidos, en el toro no son fácilmente identificables ni por ecografía; tienen una forma ovoide o fusiforme con un diámetro medio de 2 cm. Ecográficamente aparecen hipoecogénicas en comparación con el músculo bulboesponjoso (Figura 22).



Figura 22. 1: Glándula bulbouretral; 2: Músculo bulboesponjoso

3.4. Próstata

El cuerpo de la próstata a diferencia de los camélidos, no está muy desarrollado en el toro. La próstata está formada por un segmento situado difusamente en la pared de la parte pélvica de la uretra (*Pars diseminata*) y un segundo segmento, ubicado exteriormente a la uretra o cuerpo de la próstata.

Primero se realiza una sección longitudinal, derecha e izquierda y luego una sección transversal, deslizando la sonda en dirección craneocaudal. 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 y 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. La próstata, especialmente la parte diseminada, es detectable en la sección longitudinal y transversal de la evaluación de la uretra pélvica. La próstata diseminada aparece, en la sección longitudinal, como una banda ecogénica entre la *Pars dorsal* del músculo uretral y el tejido cavernoso dorsal de la uretra que tiende a ser hipoecogénico (más oscuro). Normalmente no se describen patologías en esta localización (Figura 23).

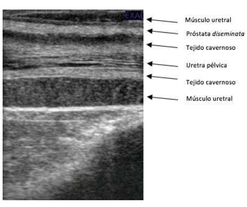


Figura 23. Imagen ecográfica de la próstata

3.5. Uretra

Primero se realiza una sección longitudinal, derecha e izquierda y luego una sección transversal, deslizando la sonda en dirección craneocaudal.

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. Es detectable tanto longitudinal como transversalmente. En esta última sección, se observa el músculo uretral con forma de C que tiende a ser hipoecogénico (más oscuro), con su parte más gruesa colocada ventralmente. Normalmente no se describen patologías en esta localización (Figura 24).



Figura 24. Imagen ecográfica de la uretra. 1: Músculo uretral; 2: Uretra; 3: Tejido cavernoso; 4: Próstata diseminata; 5: Conductos deferentes

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

Continuar leyendo el capítulo…

4. Patología ecográfica

4.1. Genitales externos

4.1.1. Testículos

El parénquima testicular puede ser asiento de procesos inflamatorios, degenerativos y neoplásicos. Sin embargo, también puede presentar quistes y tumores. En algunos casos, también el escroto puede estar involucrado en un proceso patológico con acumulación de líquido (hidro-, hemato- o piocele) o hernia inguinal.

Hidrocele. Es una acumulación de líquido entre las láminas parietal y visceral de la túnica albuginea. El espacio virtual (2 mm) que normalmente separa las dos láminas, se ensancha y se hace más evidente (espacio anecogénico) (Figura 25). Tanto la cabeza del epidídimo como el parénquima testicular están circunscritos por líquido, generalmente anecoico. El hidrocele es normalmente consecuencia de una torsión del cordón espermático, pero puede estar asociada a neoplasias testiculares, orquitis, o patologías cardíacas o renales.



Figura 25. Hidrocele. 1: Túnique escretal; 2: Parénquima testicular; 3: Cola del epidídimo; 4: Líquido

Hematocele. Es una acumulación de sangre entre las hojas de la túnica vaginal. Con ecografía, típicamente, aparece anecogénico, con diversos puntos ecogénicos (glóbulos rojos). En una etapa avanzada aparecen hiperecogenicidad y la causa puede ser un trauma testicular o torsión de los testículos.

Piocele. En el caso de contaminación bacteriana de un hidrocele o hematocele, se puede desarrollar un piocele, que ecográficamente parece una tormenta de nieve (fondo anecoico con puntos ecogénicos).

Orquitis. En las formas agudas, el testículo muestra un aumento de volumen y aparece caliente y sensible al tacto. Ecográficamente, el parénquima testicular es hipoecoico y heterogéneo, la capacidad hallókal y tiende a aparecer más blanca. Además, en el área de parénquima testicular afectada, surfactina por un engrosamiento hiperecogénico y brillante (fibrosis, calcificación), por debajo de éstas, evidentes artefactos como los «cones de sombra» (Figura 26).



Figura 26. Orquitis. 1: Túnique escretal; 2: Parénquima testicular; 3: Área de mineralización; 4: Cones de sombra

Hematoma. Tiene origen traumático y generalmente se encuentra justo debajo de la superficie. Su tamaño depende del trauma causante. Ecográficamente se observa hipoecogénico (oscuro) en comparación con el parénquima testicular que lo rodea. Su presencia siempre se acompaña de dolor (Figura 27).



Figura 27. Hematoma testicular en un toro (even. 1. Túnique escretal; 2: Hematoma; 3: Parénquima testicular

Fibrosis. Se observa un engrosamiento ecogénico o hiperecogénico, más o menos extendido, en virtud del cual, si la densidad testicular es alta, se puede ver el cono de sombra (Figura 28). La fibrosis vera testicular con sustitución fibrosa (hasta calcificación) del parénquima testicular comprometa siempre la cantidad y la calidad del semen.

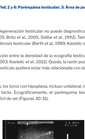


Figura 28. Fibrosis testicular. 1: Parénquima testicular; 2: Área de fibrosis; 3: Conos de sombres

A menudo, especialmente en los toros jóvenes, no aparece este cono de sombra aun presentando fibrosis. En ausencia de estos artefactos es difícil correlacionar la densidad ecográfica testicular con la edad, calidad del semen (Figura 29). Barth et al. (2008) detectaron zonas de fibrosis testicular en toros prepúberes de 5 a 6 meses de edad, que tendieron a crecer en número y extensión al alcanzar los 12-14 meses. La causa de estas lesiones no se conoce, se supone que pueden estar relacionadas con infecciones del virus respiratorio sincitial (RRSV) o con agresiva de la umbi-entre algunos fotutos seminíferos y la teste testis.



Figura 29. Pseudofibrosis en un toro (even. 1: Pool; 2 y 4: Parénquima testicular; 3: Área de pseudofibrosis; 4: Mediastino; 5: Túnique escretal;

Algunos autores han demostrado que una pequeña degeneración testicular no puede diagnosticarse con un examen por ultrasonido, ya que el aspecto ecográfico del testículo no cambia (Arteaga et al., 2005; Brito et al., 2005; Sotke et al., 1950). Tampoco se han observado anormalias en la morfología de los espermatozoides en casos leves o moderadas de fibrosis testicular (Barth et al., 1989; Kastelic et al., 2012).

Hoy estudios que no han podido demostrar la correlación entre la densidad de la ecografía testicular y la calidad del semen obtenido el mismo día de la valoración ecográfica (Gabor et al., 1998; Brito et al., 2003; Kastelic et al., 2012). Quizás, la razón pudiera estar en los 70 días que dura la espermatogénesis y en la circunstancia de que la imagen ecográfica del testículo pudiera estar más relacionada con la calidad seminal de la colecta que se hiciera dos meses después.

Hipoplasia. Puede ser uni o bilateral. En cualquier caso, los toros con hipoplasia, incluso unilateral, nunca deben ser utilizados como reproductores. El o los testículos son de menor volumen y consistencia al tacto. Ecográficamente, el parénquima testicular tiene a ser anecogénico (oscuro), aunque el mediastino aparece poco ecogénico y a menudo es difícil de ver (Figuras 30-31).



Figura 30. Hipoplasia testicular. 1: Túnique escretal; 2: Parénquima testicular; 3: Mediastino; 4: Piel

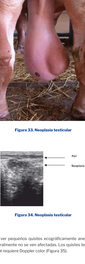


Figura 31. Hipoplasia testicular bilateral

Abscesos. La cápsula del abceso aparece ecogénica, más o menos brillante. Es su interior se puede ver el pus en forma de tormenta de nieve, pero sólo en una etapa temprana. Luego, en fases posteriores, el interior del abceso aparece ecogénico o hiperecogénico y heterogéneo, al ir sustituyéndose por tejido conectivo a de calcificación (Figura 32).



Figura 32. Abceso testicular (cortesía Dr. Denis Necib)

Neoplasia. Es posible encontrar tumores de células intersticiales, tumores de células de Sertoli y seminomas. La tumefacción no siempre es visible o palpable desde el exterior. Ecográficamente se ve que el parénquima testicular pierde su homogeneidad, observándose áreas hipoecogénicas, ecogénicas o incluso hiperecogénicas, que a menudo se alternan con líquido (imagen anecoica), limitada por una cápsula ecogénica, a veces de varios milímetros de espesor. El diagnóstico de tipo neoplasia no puede hacerse por ultrasonido sino histológicamente a través de una biopsia (Figura 33-34).



Figura 33. Neoplasia testicular



Figura 34. Neoplasia testicular

Quiste. Dentro del parénquima testicular es posible ver pequeños quistes ecográficamente anecogénicos. No están relacionados con subfertilidad o infertilidad pues la calidad y 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 (Figura 35).

Figura 35. Quiste en el parénquima testicular. 1: Piel; 2: Quiste; 3: Parénquima; 4: Mediastino

4.1.2. Epidídimo

La patología más frecuente de la cabeza del epidídimo son los abscesos (Figura 36). La cápsula puede ser de unos pocos milímetros de espesor, ecogénica, mientras que el contenido es heterogéneo con áreas hiperecogénicas (calcificación), junto con áreas hipoecogénicas. También se han reportado quistes de la cabeza del epidídimo con áreas hipoecogénicas en dentro del tejido (Matuszewska et al., 2002).

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, se hace isoecoica o ligeramente anecoica en comparación con el testículo. La cabeza (cónica) la cola del epidídimo tiene una imagen ecográfica muy heterogénea, con áreas hipoecogénicas probablemente debido a la presencia de edema.

Figura 36. Abscesos del epidídimo

4.1.3. Cordón espermático

La inflamación y la torsión del cordón espermático es el origen del varicocele, la patología más frecuente en esta localización anatómica. Si la torsión excede 180° los siguientes síntomas clínicos que aparecen son: dilatación del cordón espermático ventral a la torsión, aumento en el volumen testicular (hidrocele) y aumento o disminución de la ecogenicidad testicular. Es posible encontrar hiperplasia del tejido linfático del cordón espermático (BLV) con la glándula hipofisaria inducindo comprimir del pleo parenfimtoma, lo que también podría inducir la formación de hidrocele. El tejido linfático hiperplásico se ve hipoecogénico. El varicocele es consecuencia de un mal funcionamiento del sistema valvular de las dos venas espermáticas. Las venas se dilatan y entonces el ultrasonido revelará una tortuosidad anecogénica (Figura 37).

Figura 37. Varicocele. 1: Dilatación de un vaso de la vena espermática

El diagnóstico de varicocele se confirma con Doppler color. El varicocele, si no llega a un alto grado de desarrollo no se relaciona con infertilidad; de hecho, se considera una condición fisiológica en el toro viejo.

4.1.4. Pene

Las formas patológicas de interés ecográfico en este lugar anatómico son los abscesos y los hematomas (Figura 38). Los abscesos suelen estar situados entre el prepucio y escroto y normalmente se desarrollan como complicación de un hematoma. Ecográficamente se ve la cápsula hiperecogénica del absceso que circunscribe en área heterogénea de contenido con sustancias hiperecogénicas, ecogénicas y anecoicas. Sin embargo, el aspecto ecográfico del absceso del pene cambia con el tiempo cuando más antiguo, mayor es su ecogenicidad. El hematoma del pene normalmente se forma por la rotura de un vaso sanguíneo. Esta rotura puede ocurrir durante la erección, la eyaculación o la micción. Cuando se rompe un vaso, la sangre fluye hacia el tejido, mayor será el hematoma que se forma. A menudo, el hematoma de pene se acompaña de un prolapso del prepucio, que de hecho es lo lo nuitro, en muchos casos, por la que el toro es reticelo). Ecográficamente, el hematoma del pene se presenta como una masa multilocular con suspensión heterogénea, cubierto por una cápsula ecogénica.

Figura 38. Abscesos del pene. 1: Pene; 2: Abscesos (cortesía Dr. Andrs Desrochers)

4.2. Genitales internos

4.2.1. Ampollas del conducto deferente

Normalmente no se describen patologías en esta localización. En un pequeño porcentaje de toros se observa tendencia a acumular semen en las ampollas, de manera similar a lo que ocurre en los caballos. En estos casos, el aumento del tamaño de las ampollas es fácilmente detectable.

4.2.2. Glándulas vesiculares

La inflamación de las glándulas vesiculares es la patología más común en este sitio anatómico, aunque la prevalencia general es baja (5%; Bagshaw et al., 1975). Ecográficamente, la glándula afectada aparece hipoecogénica y más grande que la glándula contralateral. Además, el parénquima glandular aparece ecográficamente aumentado de tamaño e hipoecogénico. En caso de evaluciarse o abscesos es posible ver una cápsula ecogénica que circunscribe un área más o menos extendida como tormenta de nieve. En el caso de inflamación unilateral, la comparación de las dos glándulas hace más fácil el diagnóstico. En el caso de infección aguda y formación de abceso siempre aparece leucopoenia, incluso piuponenia. 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 considerarse siempre como una patología en el animal joven, mientras que en una condición fisiológica en los toros viejos (Figura 39).

Figura 39. Abscesos glándula vesicular (1)

4.2.3. Glándulas bulbouretrales

Normalmente no se describen patologías en esta localización en el toro.

Continuar leyendo el capítulo...

5. Conclusiones

El examen ultrasonográfico del sistema reproductivo del toro es muy versátil, no invasivo y se puede utilizar en cualquier situación. Esta técnica aún no está considerada como habitual dentro de la metodología BBSE, sin embargo, sería deseable su incorporación, dada su relevante contribución al diagnóstico y al pronóstico de las patologías reproductivas.

Para llevar a cabo este examen, no se requiere un equipo ecográfico especial: el equipo utilizado para exploración reproductiva de la vaca se adapta perfectamente a la evaluación del sistema reproductivo del toro. La formación veterinaria en exploración ecográfica para la valoración reproductiva del toro, sobre todo en aquellos grupos especializados en metodología BBSE, puede contribuir a mejorar la precisión con la que se realiza la valoración de la aptitud reproductiva de los toros de monta natural; puede contribuir también a elevar la demanda de estos servicios por parte del sector ganadero, y finalmente, supondrá una mejora en la eficiencia reproductiva de las ganaderías de vacas nodrizas.

Continuar leyendo el capítulo…

6. Bibliografía

Arteaga, A.A., Barth A.D., Brito L.F. 2005. Relationship between semen quality and pixel-intensity of testicular ultrasonograms after scrotal insulation in beef bulls. Theriogenology 64: 408-415

Bagshaw, P.A., Ladds, P.W. 1974. A study of the accessory sex glands of bulls in abattoirs in Northen Australia. Austral Vet J 50: 489-495

Barth, A.D., Oko, R.J. 1989. Abnormal Morphology Of Bovine Spermatozoa. Ames: Iowa State University Press: 23-24

Barth, A.D., Alisio L, Avilés M, Arteaga AA, Campbell JR, Hendrick SH, 2008: Fibrotic lesions in the testis of bulls and relationship to semen quality. Anim Reprod Sci 106, 274-288

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 77:1398-1405

Brito, L.F., Silva, A.E., Unanian, M.M., Dode, M.A., Barbosa, R.T., Kastelic, J.P. 2004. Sexual development in early and late maturing Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred bulls in Brazil. Theriogenology 62, 1198- 1217

Brito, L.F., Silva, A.E., Barbosa, R.T., Unanian, M.M., Kastelic, J.P. 2003. 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 79: 1-15

Coulter, G.H., Bailey, D.R. 1988. Effects of ultrasonography on the bovine testis and semen quality. Theriogenology 30, 743-749.

Evans, A.O.C., Pierson, R.A., Garcia, A., McDougall, L.M., Hrudka, F., Rawling, F. 1996. Changes in circulating hormone concentration, testes histology and testis ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. Theriogenology 46: 345-357

Echegaray, A, Aventín, S, Muñoz, I, Marcantonio, S, Escartín, N, Gnemmi G. 2018. Relationship between the echotexture of testicular parenchyma and the quality of spermatogenesis in bulls. International Bull Fertility Conference (IBFC). May 27-30 May, Newport, Ireland

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. 1998. Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. Theriogenology 50, 223-228

Ginther, O.J. 1998. Ultrasonic imaging and animal reproduction: Cattle (book 3). Equiservices Publishing

Gnemmi, G., Maraboli. 2018 C. La ultrasonografía en la evaluación del aparato reproductor del toro. Taurus 64:42-55

Gnemmi, G., Lefebvre, R.C. 2009. Ultrasound imaging of the bull reproductive tract: an important field of expertise for veterinarians. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 25(3):767-79; doi: 10.1016/j.cvfa.2009.07.006

Gnemmi,G., Lefebvre, R.C. 2009. Bull anatomy and ultrasonography of the reproductive tract. In: Eds, Luc DesCôteaux, Jill Colloton, Giovanni Gnemmi. Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography. Wiley-Blackwell (pp.143-162); DOI: 10.1002/ 9781119265818.ch9

Gnemmi, G. 2007. Place de l'echographie du taureau en pratique. Point Veterinaire 275: 40-45

Kastelic, J.P., Brito, L.F.C. 2012. Ultrasonography for monitoring reproductive function in the bull. AERA Conference, June 12-16, Córdoba, Spain

Matuszewka, M., Sysa, P.S. 1974. Epididymal cysts in European bison. J Wildl Dis 2002, 38: 637-640

Pursley, J.R. 2007. Practical OvSynch® programs. 40th Annual Convention AABP. September 20-22, Vancouver, British Columbia, Canada

Rault, P., Gèrard, O. (2006) Examen èchographique génital du taureau. Point Veterinaire 37:32-39

Sidibe, M., Franco, L.A., Fredriksson, G., Madej, M., Malmgren, L. 1992. Effects on testosterone, LH and cortisol concentrations, and on testicular ultrasonographic appearance of induced testicular degeneration in bulls. Acta Vet Scand, 33: 191-196



1. VALORACIÓN FÍSICA

José A. García-Paloma[1], Gerardo Noval Camblor[2], Giovanni Montoya Monsalve[3]

[1] Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Grupo NySA, Asturias. [2] Asociación de criadores de la raza Asturiana de los Valles. [3] Animal Health, Merck Sharp & Dohme S.A. (MSD)

La Valoración Física del toro, dentro del contexto de la metodología BBSE, tiene como objetivo identificar sementales que como consecuencia de anomalías o lesiones anatómicas detectadas, pueden tener impedida o limitada su capacidad para localizar y cubrir vacas en celo o ser transmisores de caracteres no deseables a su descendencia.

La búsqueda de anomalías y lesiones anatómicas se abordará en este capítulo desde la exploración clínica, no obstante considerando importante su detección, se pone énfasis en el diagnóstico y en el pronóstico de los hallazgos encontrados. Por tanto, en esta guía y de forma innovadora se integran las valoraciones Física, Sanitaria y Ultrasonográfica con el fin de que la metodología VART posibilite juicios de valor más precisos sobre la ApR de los toros.

Como reflexión general, se recomienda que tras la recuperación de las lesiones encontradas en un toro se compruebe su funcionalidad reproductiva mediante la realización de las valoraciones que se consideren oportunas (Física, Sanitaria, Ultrasonográfica, Seminal o de Habilidad copulatoria).

La mayor parte de este capítulo, excepto el apartado de condición corporal, ha sido elaborado en base a los planteamientos emitidos por los principales sistemas BBSE de referencia (Barth, 2013; Beggs, 2013, Koziol and Armstrong, 2018; Penny, 2018).

La valoración física del toro se hará de forma ordenada, primero de forma general y después por zonas corporales, pudiendo tener cada una de ellas diferentes aspectos a considerar. Por ejemplo, en el aparato locomotor será valorada la estructura músculo esquelética (aplomos), el grado de un síntoma (cojera) o el grado de una lesión (bursitis). Cada aspecto y zona podrán ser valorados conforme a tres categorías: Normal o sin defecto, Aceptable o con defecto leve y Anormal o con defecto grave. Se exceptúan de esta regla la condición corporal que se valora conforme a una escala o la circunferencia escrotal (CE) que se valora en función de unos umbrales establecidos.

1.1. Historia clínica

La historia clínica se considera una información relevante que debe transmitir el ganadero. Esta información debe contribuir a facilitar la interpretación de las diferentes valoraciones de la metodología BBSE, a clasificar el toro por su ApR y a orientar su manejo durante el periodo de cubrición.

Formarán parte de la historia clínica las enfermedades recientes o en proceso de curación con su tratamiento, las vacunaciones, pruebas de diagnóstico y su fecha realizadas en el último año, temperamento del toro, nivel nutricional recibido durante el mes previo (Bajo, Medio o Alto en función de la calidad y cantidad de la alimentación recibida), así como la razón de su valoración: en ganadería (Comprado, Control reproductivo, toro “Problema”), en Centro de Testaje o Compra-Venta. Si se conoce se registrará la exigencia reproductiva que se le va a pedir al toro durante el periodo de cubrición: (Baja < 20 vacas cíclicas, Media 20-40 o Alta >40), el tipo de cubrición (simple o grupal) y la duración de este periodo. Respecto al manejo de la ganadería se dejará constancia de posibles factores de riesgo para su estado sanitario, como, por ejemplo, el aprovechamiento de pastos comunales. El concepto de exigencia reproductiva se desarrolla en el apartado 4.2 de este capítulo.

1.2. Exploración general

La exploración general se aborda visualmente con el toro en movimiento tratando de constatar su armonía, su reacción ante ciertos estímulos provocados y la ausencia de anomalías en una primera impresión. La temperatura, ritmo cardiaco, auscultación, percusión y palpación del tórax y del abdomen no son exploraciones de rutina en metodología BBSE. Solamente se llevarán a cabo cuando algún síntoma del toro lo justifique. A consideración del profesional veterinario, también se podrá requerir la realización de perfiles metabólicos y minerales para detectar posibles deficiencias.

En este apartado se valorará el estándar racial cuando se considere un elemento esencial de la valoración del toro.

1.3. Aparato locomotor

Durante el periodo de cubrición y dependiendo de la orografía y del tamaño de las zonas de pastoreo, el toro puede llegar a recorrer grandes distancias como consecuencia de la búsqueda de vacas en celo, labor que se facilita cuando varias vacas que se encuentran en estro y en proestro se reúnen integrando el denominado grupo sexualmente activo (Chenoweth, 1981; García-Paloma, 1984). Las anomalías músculo esqueléticas pueden comprometer seriamente esta función, suelen agravarse con la edad y con el peso, y exceptuando las de origen traumático, todas ellas se consideran heredables. Por ello, se recomienda el descarte de toros jóvenes con anomalías graves de aplomos y no su corrección con el arreglo periódico de pezuñas.

La valoración del aparato locomotor se hace observando al toro tanto en movimiento por ambos costados como en posición estática por su parte anterior y posterior. Se prestará especial atención a los aplomos, articulaciones y a la forma de apoyar sus pezuñas. Las verticales de referencia para la evaluación de los aplomos son, la que pasa por la articulación escápulo humeral para las extremidades anteriores y la que pasa por la tuberosidad isquiática para las extremidades posteriores. Las anomalías más comunes de aplomos se presentan en la Figura 1.

La sobrecarga descompensada de peso corporal sobre las pezuñas como consecuencia de defectos graves en los aplomos, puede originar la inflamación del corion podal (**laminitis**) o su crecimiento excesivo y deforme (**uñas en espiral**). La hinchazón generalizada de los corvejones por un exceso de líquido sinovial o en una forma más localizada (**bursitis**), se ha observado en toros jóvenes estabulados con una alimentación alta en concentrados y también como consecuencia de procesos de osificación alterada del cartílago (**osteocondrosis**). En la zona interna de la pezuña se pueden detectar lesiones proliferativas que se asocian a uñas abiertas (**fibromas interdigitales**).

Como anomalías de origen neuronal se han descrito espasmos musculares asociados a corvejones rectos y artritis (**síndrome espástico**) y estiramiento con desplazamiento hacia atrás de una o de las dos extremidades posteriores (**paresia espástica**).

En términos generales se considerará defecto grave del aparato locomotor aquél que limite la capacidad del toro para su desplazamiento y/o para la cubrición de vacas en celo, así como las anomalías extremas de aplomos por el riesgo a ser transmitidas a la descendencia.

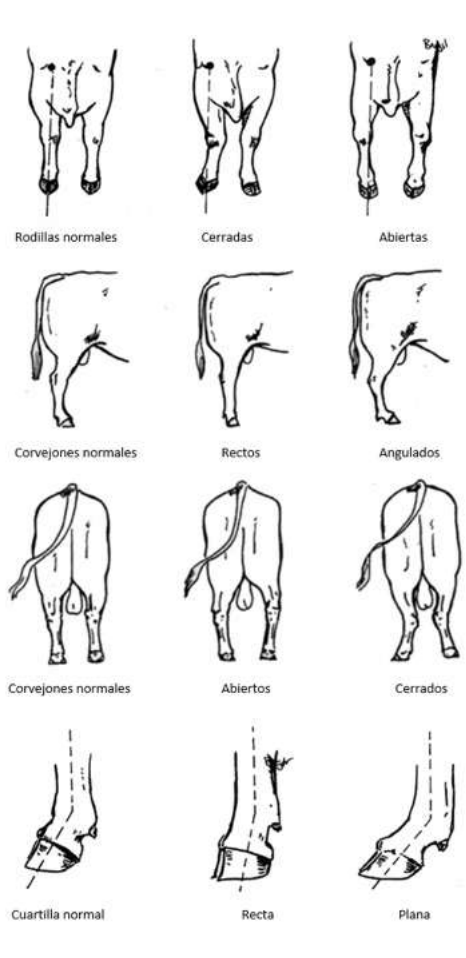


Figura 1. Anomalías más comunes en los aplomos del toro. (NSW Government, Australia)

Tras examinar el aparato locomotor, el resto de la valoración física ya se hace en la manga de manejo. La exploración física puede ser difícil en toros de fuerte temperamento, así que, en los casos donde se vaya a colectar semen por electroeyaculación, conviene realizarla después de la colecta al quedar los toros más relajados. En la Figura 2 se presenta un modelo de manga en base a las recomendaciones de Barth (2000) para la exploración del toro y para la colecta seminal (76 cm de anchura, 210 cm de longitud y una apertura del hueco inferior y superiores de 30 cm y 45 cm, respectivamente). La contención del toro se facilita con la posibilidad de colocar dos barras posteriores adaptables a su tamaño. Cuando se trabaja con toros de buen temperamento, el amarre con una cuerda por la zona metatarsiana de la pata coincidente con el lateral de trabajo incrementa las condiciones de seguridad.

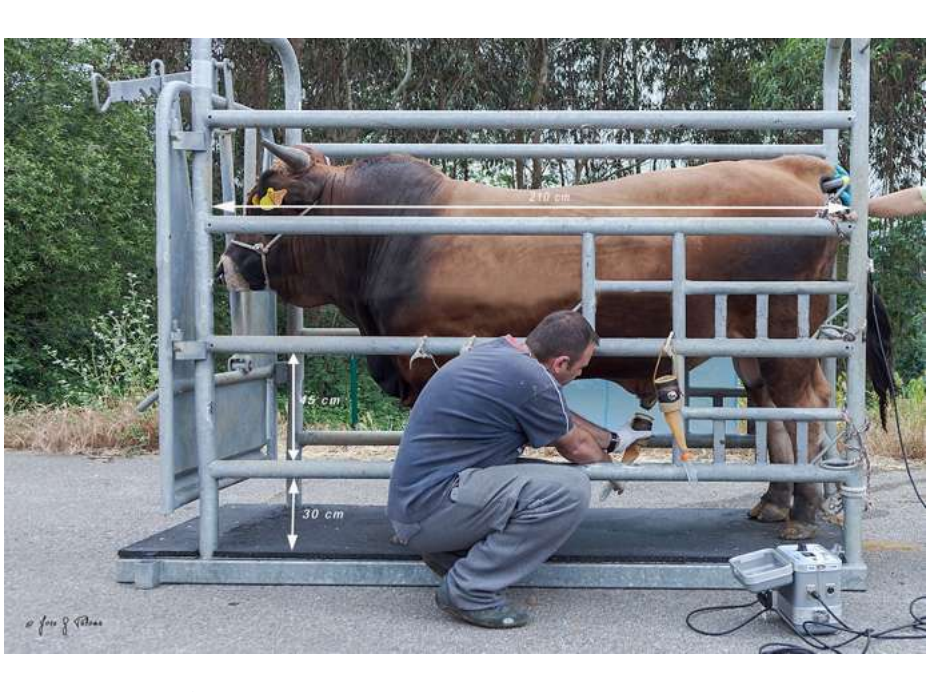


Figura 2. Manga de manejo para valorar la aptitud reproductiva de toros

1.4. Condición corporal

La condición corporal (CC) es un parámetro que refleja fielmente si el nivel nutricional que ha recibido el toro durante un periodo de tiempo previo a la valoración ha cubierto sus necesidades nutricionales. Para su valoración se utiliza una escala de 1 a 5 con 0,5 puntos de precisión (*The Scottish Agricultural College*, 1984; Waldner *et al.*, 2010; Beggs, 2013; Barth, 2013; Penny, 2018), pudiéndose ver los criterios para asignar los puntos de esta escala en la Tabla 1. En el nivel más bajo de CC se evidencia con nitidez toda la estructura ósea como consecuencia de una movilización extrema de las reservas musculares y adiposas, mientras que en el nivel más alto, la estructura ósea no se aprecia por un grado máximo de cobertura de reservas. El toro, al igual que las vacas, debe recibir un adecuado aporte nutricional durante la época de mayores requerimientos, la época de servicio. No obstante, durante esta época, siempre suele producirse una pérdida de CC dependiente de la exigencia reproductiva y del nivel nutricional recibido por el toro. En general, una CC de 3,5 al inicio del periodo de cubrición se considera adecuada.

Tabla 1. Criterios para valorar la condición corporal en el toro

Escala	Cobertura muscular y adiposa sobre la siguientes estructuras óseas: 1) Cadera y zona isquiática, 2) Apófisis transversas y espinosas, 3) Borde de las costillas
1	Estructuras óseas visibles y cortantes a la palpación
2	Estructuras óseas visibles y redondeadas a la palpación
3	Estructuras óseas no visibles. Apreciables solo por presión
4	Estructuras óseas no apreciables ni con firme presión Depósitos grasos apreciables por palpación en costillas y zona isquiática
5	Depósitos grasos visibles y prominentes en costillas y zona isquiática

Los criterios para definir los diferentes puntos de la escala de CC se han basado en razas de origen británico que localizan más sus reservas grasas en la zona subcutánea que otras razas europeas. Por esta razón, se aconseja que los criterios de evaluación se ajusten a cada raza en la medida de lo posible.

1.5. Cabeza

Este apartado se valora desde el punto de vista funcional.

Se pondrá especial atención a las alteraciones que puedan causar una reducción en la visión, cicatrices corneales (leucomas) derivadas de procesos infecciosos como la **queratoconjuntivitis** o lesiones en conjuntiva, córnea y/o párpados, propias del hereditario **carcinoma ocular**.

Así mismo, se pondrá énfasis en la búsqueda de anomalías que puedan limitar la capacidad de ingestión de hierba por parte del toro en pastoreo. En toros adultos se constatará que no haya un excesivo desgaste dental, y en los jóvenes, la exploración se ceñirá a contabilizar el número de dientes incisivos permanentes por su relación directa con la edad (2 dientes – 1,5 años; 4 dientes – 2,5 años; 6 dientes – 3,5 años; 8 dientes – 4,5 años; respectivamente). Finalmente, se comprobará la existencia de alteraciones graves en la alineación de los dientes incisivos con respecto al rodete o almohadilla maxilar como la mandíbula adelantada (**prognatismo**) o la mandíbula retraída (**retrognatismo**).

1.6. Escroto y forma escrotal

Con independencia de la temperatura ambiente, a través de la superficie de la piel del escroto y de la mayor o menor elongación del cuello escrotal, la temperatura testicular se regula unos 4°C por debajo de la temperatura corporal para mantener unas condiciones idóneas para el proceso de producción espermática o espermatogénesis. El mecanismo de termorregulación a veces no es suficiente para mantener la temperatura testicular cuando la temperatura ambiente es elevada, y otras veces puede fallar, por anomalías detectadas en el cordón espermático que alteran el flujo sanguíneo al testículo o por la simple forma del escroto que mantiene a los testículos demasiado cerca de la zona abdominal. En cualquier caso, la alteración de la termorregulación suele provocar un incremento de la temperatura testicular, un aumento en el porcentaje de anomalías espermáticas y un descenso en la fertilidad.

En días con temperatura ambiente baja o moderada, el cuello escrotal suele encontrarse contraído y no permite evaluar convenientemente la verdadera forma del escroto, la palpación de testículos y epidídimos, ni siquiera una precisa medición de la CE. Por ello, en estas circunstancias, se recomienda proceder a la elongación manual del cuello escrotal presionando los testículos hacia la parte inferior del escroto.

En la evaluación de la **Forma escrotal** se distinguen comúnmente tres categorías. 1) En la **forma Pendular**, considerada como la idónea para una buena termorregulación testicular, el cuello escrotal aparece estrecho, claramente diferenciado de la zona central del escroto y los cordones espermáticos son fácilmente palpables. 2) En la forma **Recta**, la anchura del cuello es similar a la parte central del escroto y se suele apreciar en dos tipos de toros: los que tienen hipoplasia testicular y los que como consecuencia de una elevada CC acumulan grasa en su cuello escrotal. En estos toros con elevada deposición grasa en la zona escrotal, se hace difícil el movimiento testicular dentro del escroto así como la palpación de testículos y de cordones espermáticos (Figura 3). En el caso de la hipoplasia testicular, la forma Recta se considera un defecto grave al ser irreversible, mientras que en el caso de los toros engrasados el defecto se considera leve porque es previsible su normalización cuando el toro movilice sus reservas. 3) En la forma **Ascendida**, considerada como defecto grave, el escroto aparece corto y en forma de cuña, el cuello escrotal no es palpable y los testículos que se encuentran muy cerca de la zona abdominal no pueden ser palpados ni descendidos hacia la parte baja del escroto. Hay una cuarta Forma escrotal, más frecuente en las razas *Bos indicus* que en las razas *Bos taurus*, denominada **Larga**. En esta forma Larga, el cuello escrotal aparece excesivamente largo por una relajación permanente del músculo cremáster y la base escrotal aparece por debajo de la línea del corvejón. En los toros con esta condición que pastan en zonas con plantas maduras o leñosas, el defecto se puede considerar grave por la mayor probabilidad de sufrir dermatitis, procesos traumáticos e infecciosos.



Figura 3. Forma escrotal y (tamaño de la circunferencia escrotal)

Otras anomalías que pueden provocar alteración de la termorregulación testicular son: el incremento en el tamaño del cuello escrotal producido por la dilatación de las venas del plexo pampiniforme (**varicocele**) y el engrosamiento de la piel del escroto como consecuencia de procesos inflamatorios (**dermatitis escrotal**). Un síntoma típico de dermatitis escrotal lo podemos encontrar en la besnoitiosis.

1.7. Testículos y epidídimos

A la palpación, los testículos se mueven libremente dentro del escroto, tienen cierta simetría con diferencias de tamaño inferiores al 20% y una cierta consistencia o Tono testicular. La valoración del **Tono testicular** se hace manualmente y a la par en ambos testículos presionando sobre ellos con los dedos pulgares. Se valora su firmeza o resistencia a la presión y su elasticidad o recuperación de la consistencia inicial. Se emplea una escala de 1 a 5, siendo 1 muy duro, 5 muy flácido y 3 el considerado Tono normal. Aunque el tono testicular tiene escaso valor predictivo de la funcionalidad testicular, se asocia a mala calidad seminal en toros con valores extremos. Así pues, un Tono 1 se relaciona a testículos con fibrosis y calcificación, mientras que un Tono 5 se aprecia en toros con degeneración testicular.

A continuación, se exponen las anomalías y lesiones más comúnmente encontradas en testículos y epidídimos durante la exploración del aparato reproductor.

Degeneración testicular. Es una condición adquirida donde uno o los dos testículos evolucionan hacia un tono flácido y en casos graves hacia una reducción de tamaño. La degeneración testicular, que afecta a la espermatogénesis, puede ser irreversible y otras veces transitoria con una recuperación total de la funcionalidad testicular. Como causas desencadenantes de la degeneración testicular transitoria se han citado: las altas temperaturas, el estrés, los agentes infecciosos, las deficiencias nutricionales, los tóxicos y los corticoides.

Hipoplasia testicular. Es una anomalía caracterizada por el tamaño reducido de uno o de los dos testículos y a diferencia de la degeneración testicular, no es progresiva sino congénita y de carácter hereditario. Se asocia a baja concentración y motilidad espermática y a un elevado porcentaje de anomalías espermáticas, implicando un mal pronóstico.

Orquitis. Es un proceso inflamatorio agudo del testículo, generalmente unilateral, que suele cursar con dolor, edema escrotal (hidrocele) y aumento de la temperatura testicular. Cuando el proceso se cronifica el tono testicular se vuelve duro por fibrosis y calcificación.

Hernia inguinal. Aunque puede ser congénita, normalmente es adquirida. La hernia inguinal se suele dar en toros que de jóvenes tuvieron una alta CC y una abundante deposición grasa en el anillo inguinal y que tras adelgazar conservan un anillo inguinal dilatado. Tras un sobreesfuerzo y por una presión abdominal aumentada, un asa intestinal perfora el peritoneo, desciende por el anillo inguinal y queda alojada en el cordón espermático. Fácilmente detectable a la palpación, la hernia inguinal suele causar problemas de flujo sanguíneo y degeneración en el testículo dependiente. Esta condición es de mal pronóstico.

Hematoma. Generalmente secundario a un trauma, es poco frecuente. Interfiere en la termorregulación testicular y los toros que lo padecen de forma crónica tienen mal pronóstico.

Criptorquidia. Anomalía grave caracterizada por la ausencia de uno o de los dos testículos en el escroto.

Epididimitis. La palpación de la cabeza del epidídimo es difícil en animales jóvenes y en los que acumulan grasa en el cordón espermático, siendo más difícil todavía la palpación del cuerpo. Ambas estructuras epididimarias se pueden hacer más accesibles a la palpación si el testículo opuesto se desplaza hacia la parte superior del escroto.

En la epididimitis, frecuentemente unilateral, se puede apreciar un aumento de tamaño en cualquiera de sus partes, bien por acumulación espermática o por inflamación, que, a veces, va acompañada de dolor. En la Figura 4 se pueden apreciar las diferencias testiculares en una epididimitis unilateral donde también se ve incrementado de tamaño el testículo afectado. Aunque la calidad del semen sea buena, los toros con epididimitis unilateral crónica se descartan, al tener su producción espermática reducida.

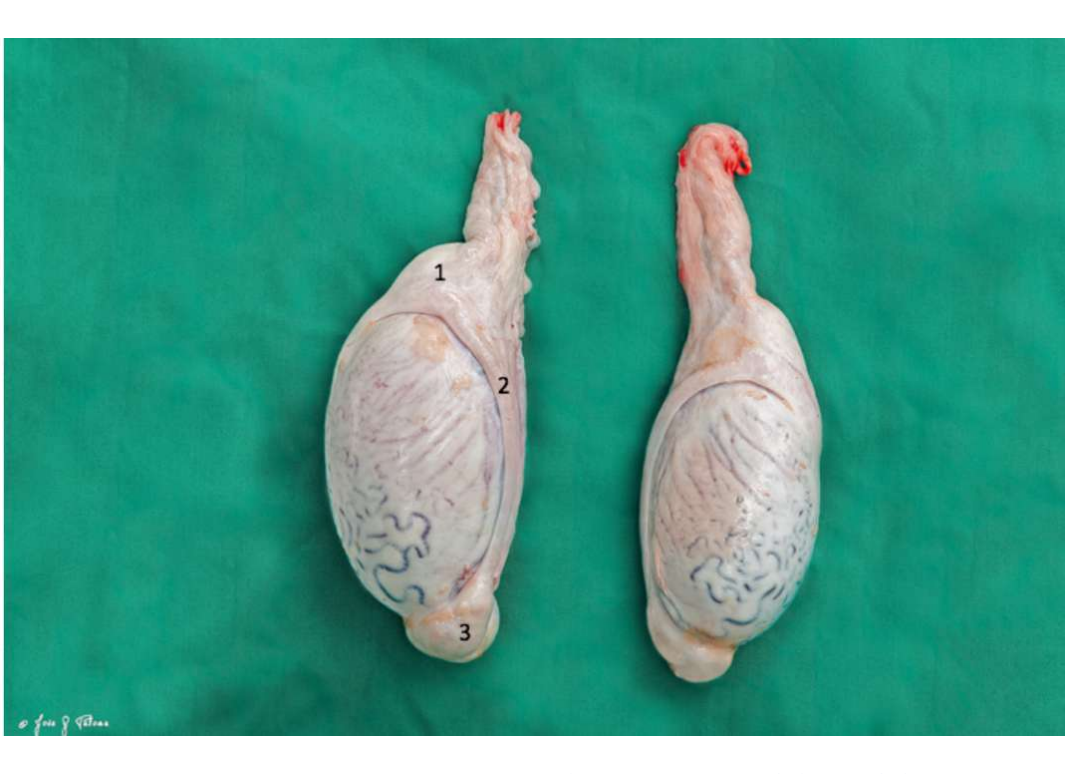


Figura 4. Epididimitis de testículo izquierdo. 1. Cabeza de epidídimo, 2. Cuerpo, 3. Cola.

Aplasia epididimaria. La aplasia de la cola del epidídimo por mostrarse pequeña y flácida a la palpación es fácilmente diagnosticable, no así cuando afecta al cuerpo y/o a la cabeza del epidídimo. Por un bloqueo en el transporte espermático, la aplasia testicular unilateral se asocia a oligospermia y en su forma bilateral, a azoospermia. La morfología espermática y la fertilidad no suelen estar alteradas, pero al ser una anomalía heredable con una producción espermática reducida, los toros que la padecen se califican como No Aptos.

Espermatocele y granuloma epididimario. El espermatocele se define como un quiste formado por acumulación de espermatozoides. El granuloma es una protuberancia provocada por la reacción de los espermatozoides infiltrados en el tejido circundante. Estas dos condiciones son anomalías asimétricas, detectables a la palpación que cursan sin dolor y que limitan el transporte espermático. Su pronóstico es malo.

1.8. Pene y prepucio

La exploración del pene se puede abordar por cuatro procedimientos:

1) Palpación externa a través de la piel, haciendo un recorrido completo desde el flexo sigmoideo hasta el orificio prepucial, pudiéndose detectar solamente lesiones muy evidentes como hematomas y verrugas de mediano a gran tamaño.

2) Exteriorización manual. La exploración rectal suele provocar una relajación del músculo retractor del pene y la visualización del glande. De no ser así, el acompañamiento de la exploración rectal con un ligero empuje del prepucio hacia la parte caudal, o la presión en la flexura sigmoidea son otras alternativas para la exteriorización del glande. En ambos casos y después de atar la pata coincidente con el lateral de trabajo por la zona metatarsiana para aumentar las condiciones de seguridad, tirando del glande con un guante de hilo se puede llegar a visualizar completamente el pene (Figura 5). La relajación del pene con acepromicina vía IV también se ha citado como una opción en toros con fuerte temperamento (Beggs, 2013).



Figura 5. Exteriorización manual del pene

3) Exploración visual del pene aprovechando la erección que la mayor parte de las veces se produce durante la colecta de semen por electroeyaculación.

4) Exploración visual durante la prueba de Habilidad copulatoria. Esta es la mejor opción al permitir la observación de todas las anomalías, incluso la desviación ventral de pene que en el procedimiento 3 no sería posible distinguir de una erección normal.

Cuando el pene no haya podido ser visualizado y se acompañe de normalidad a la palpación por el procedimiento 1, el pene será valorado como Aceptable condicionado a que se confirme la normalidad de pene sobre una vaca en celo o mediante una prueba de Habilidad copulatoria.

A continuación, se describen las anomalías y lesiones más habituales que se pueden encontrar en la exploración de pene y prepucio.

Fractura de pene. La fractura más común suele producirse en el cuerpo cavernoso a la altura de la flexura sigmoidea como consecuencia de un traumatismo ocurrido durante la monta, bien por un movimiento brusco del toro con el pene en completa erección o por la caída de la vaca en el momento de la penetración. El hematoma que se desencadena y la hinchazón correspondiente se suelen localizar en la zona pre escrotal y tanto el prepucio como el glande pueden sufrir **prolapso**. Dependiendo del grado de afectación, el pronóstico puede ser favorable tras el tratamiento a base de hidroterapia y antibióticos, o requerir de una intervención quirúrgica, no más tarde de los siete días de producido el daño. Como recomendación general tras una intervención quirúrgica, se aconseja un descanso sexual de 2 meses y una prueba de Habilidad copulatoria que confirme la funcionalidad del pene antes de reanudar la actividad reproductiva. Tras la cronificación de lesiones graves se pueden producir abscesos, y en el caso de que el nervio dorsal del pene haya sido afectado, se puede llegar a una pérdida funcional por **desensibilización**.

Fallos en la erección. Por inexperiencia sexual, por causas de naturaleza congénita o adquirida, el fallo de erección es una anomalía grave que impide al toro la penetración completa del pene y la eyaculación. En toros pre púberes la erección del pene no llega a completarse porque el sistema de irrigación del cuerpo cavernoso no llega a ser totalmente estanco. Esta anomalía se puede presentar también en toros vírgenes por falta de experiencia, por lo que la repetición de la evaluación en una prueba de Habilidad copulatoria es aconsejable. Si la anomalía se mantiene el toro será rechazado como semental.

Desviación de pene. Motivada por una insuficiencia del ligamento apical o dorsal del pene, los dos tipos más habituales de desviación son la espiral y la ventral. La **desviación en espiral** en función del grado con que se presente, se asocia a una dificultad variable para la cubrición y tiene carácter hereditario. A veces una desviación leve se observa durante la colecta de semen por electroeyaculación, sin consecuencias posteriores para la cubrición. Los toros con este defecto tendrán una calificación en este apartado de pene y prepucio como Aceptable, con la recomendación que se verifique la normalidad del pene sobre una vaca en celo o mediante una prueba de Habilidad copulatoria. La **desviación ventral** es una anomalía grave donde el pene se curva ventralmente, originando una impotencia para la penetración.

Frenillo persistente. De carácter hereditario, el frenillo del pene es una banda de tejido que se extiende desde el prepucio ventral a la parte anterior del pene causando su desvío y la impotencia para la cubrición (Figura 6). Su corrección quirúrgica no es recomendable para toros de los que se quiera dejar descendencia.

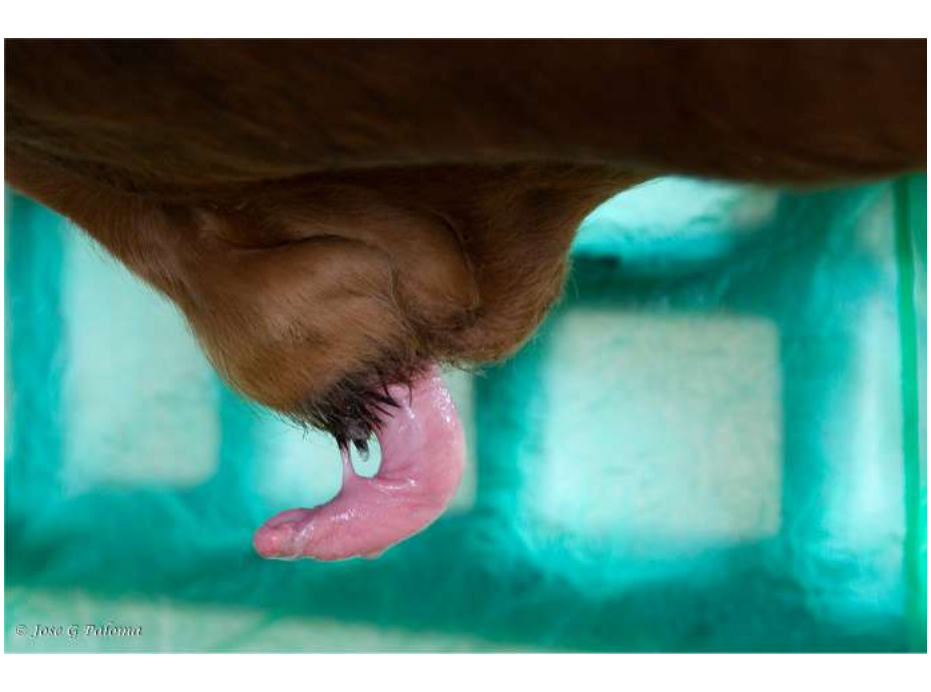


Figura 6. Frenillo persistente de pene

Acortamiento del músculo retractor del pene. Este defecto puede ser hereditario o producido por una atrofia del músculo retractor del pene tras una injuria. Los toros con esta anomalía no tienen la libido afectada, intentan repetidamente la cubrición, pero como el pene no se exterioriza plenamente no llegan a culminarla con eyaculación. Esta condición es de mal pronóstico.

Analgesia dorsal del pene. Se describe como una falta de sensibilidad en la parte distal del pene provocada por un trauma o por la resolución quirúrgica de papilomas, frenillo persistente o hematoma asentado en esta zona. El pene presenta una erección adecuada, pero debido a esta sensibilidad disminuida, el toro falla en la localización de la vulva y en la penetración.

Verrugas en pene. Los fibropapilomas son más comunes en toros jóvenes que en adultos. Con formato peduncular o difuso, suelen situarse en la parte distal del pene. En su forma difusa, por su mayor extensión, pueden provocar analgesia de pene y dificultad para la penetración. El pronóstico de esta anomalía es favorable y muchas veces los toros se recuperan espontáneamente. Cuando las verrugas se eliminan de forma quirúrgica, es necesaria la revisión del toro pasados 1-2 meses, porque no se descarta su recidiva. Dado que las verrugas son de etiología vírica y que se pueden propagar a través de la cópula, los toros afectados no deberían utilizarse como reproductores hasta haber comprobado su total remisión.

Balanitis, postitis y balanopostitis. La inflamación del pene (balanitis), del prepucio (postitis) o de ambos, se asocia a infecciones bacterianas o víricas siendo la más común la originada por el herpesvirus bovino 1. Cuando la naturaleza infecciosa no se corresponda con enfermedades de transmisión venérea, los toros con lesiones leves pueden tener pronóstico favorable, por el contrario, las lesiones graves comprometen la habilidad copulatoria del toro, al cursar con cicatrización y adherencias.

Traumas en pene y prepucio. Las lesiones de pene por traumas pueden acompañarse de dolor, hemorragia e incapacidad para la penetración, mientras que en las lesiones de prepucio podemos apreciar inflamación, estenosis y prolapso. Para la detección de los traumas de pene se debe exteriorizar por alguno de los procedimientos antes señalados, aunque el más eficaz es la prueba de Habilidad Copulatoria. El pronóstico estará en función de la gravedad de las lesiones ya que determinará la capacidad del toro para expresar su libido y su habilidad copulatoria. El pronóstico es favorable en los casos leves, tratados a tiempo de forma quirúrgica o medicamentosa, pero no así en los casos graves, donde la cronificación de las lesiones pueden acabar en **parafimosis** (incapacidad para retraer completamente el pene en la cavidad prepucial) o en **fimosis** (incapacidad para su exteriorización). Una lesión grave de pene se ha descrito como consecuencia de la compresión por **anillos de pelo** que puede provocar bloqueo circulatorio y a veces, la amputación.

Prolapso de prepucio. Fallo en el músculo retractor del prepucio que impide que el epitelio prepucial se retraiga. Originado generalmente por daño traumático, se suele acompañar de infección y fimosis.

1.9. Glándulas sexuales accesorias

Las glándulas sexuales accesorias (bulbouretrales, próstata y vesículas seminales) aportan al eyaculado el plasma seminal con los nutrientes y los componentes necesarios para activar y mantener la cinética espermática. Para su localización se toma como referencia la uretra, firme estructura tubular que se hace pulsátil a la palpación por las contracciones del músculo uretral que la rodea. Las glándulas bulbouretrales están incrustadas en el músculo uretral cerca de la región anal y no son palpables, mientras que la próstata se evidencia fácilmente como una banda transversal en forma de anillo que hace relieve sobre la zona craneal de la uretra. En dirección cráneo lateral a la próstata se despliegan las vesículas seminales como una estructura par, de tamaño variable (8-15 cm de largo, 3-5 cm de ancho y 1-2 cm de grosor), lobular y móvil a la palpación. Entre ambas vesículas seminales se localizan con facilidad las ampollas del conducto deferente, estructuras tubulares con función de reservorio espermático (Figura 7).

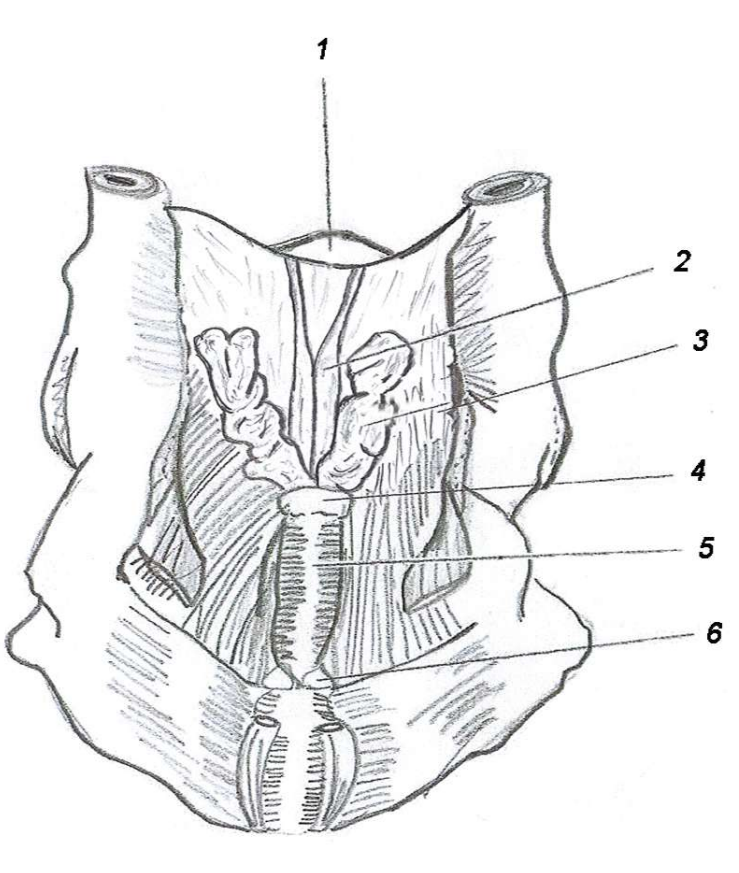


Figura 7. Aparato genital interno del toro: 1. Vejiga de la orina, 2. Ampolla del conducto deferente, 3. Vesícula seminal, 4. Próstata, 5. Músculo uretral, 6. Glándula bulbouretral

De las lesiones que se pueden encontrar en las glándulas accesorias, la inflamación de las vesículas seminales (**vesiculitis**) es la más común. En la mayoría de los casos no se aprecian síntomas externos, pero ocasionalmente en procesos agudos puede acompañarse de fiebre, o de dolor asociado a la palpación, a la defecación o a la cubrición. La vesiculitis unilateral o bilateral, sola o asociada con epididimitis, orquitis o infección de otras glándulas accesorias, se da con más frecuencia en toros jóvenes y cursa con incremento de tamaño, pérdida de lobulación y dureza (Figura 8).



Figura 8. Vesiculitis bilateral y vesículas normales en toros con 15 meses de edad. 1. Vejiga, 2. Ampolla del conducto deferente, 3. Vesícula seminal, 4. Próstata, 5. Músculo uretral)

En casos crónicos, las vesículas seminales además de aparecer duras y fibrosas, se pueden acompañar con adherencias, abscesos y fístulas con drenaje en recto. En toros con vesiculitis suelen evidenciarse leucocitos en el eyaculado, que en caso de ser abundantes pueden aparecer en el semen como un precipitado purulento. Cuando una muestra de semen se tiñe con eosina-nigrosina, los leucocitos con membrana intacta aparecen redondeados, blancos y con un diámetro de 1 a 2 veces superior a la longitud de la cabeza del espermatozoide (Figura 9). Los toros que padecen vesiculitis se declaran No Aptos, salvo los casos leves que pueden curar de forma espontánea o tras el tratamiento con antibióticos como la tulatromicina.





Figura 9. Leucocito en una muestra de semen teñida con eosina-nigrosina

1.10. Circunferencia escrotal

La circunferencia escrotal aunque también forma parte de la valoración Física, es un parámetro que se evalúa de forma independiente en la metodología BBSE por la importancia que tiene en la funcionalidad reproductiva del toro. La medición de la CE es sencilla y repetible aunque requiere que se haga con una cinta métrica específica para este fin. El escroto se abarca con la cinta por la zona de mayor diámetro y sin ejercer presión alguna sobre el cuello con el dedo pulgar, la CE se mide con una precisión de 0,5 cm (Figura 10).



Figura 10. Medición de la circunferencia escrotal

La valoración de la CE está orientada principalmente a toros jóvenes antes de que inicien su vida como sementales, ya que a esta edad, la probabilidad de encontrar patologías testiculares es baja, y es respecto a esta categoría que se tienen los umbrales característicos de cada raza. Se ha comprobado que la CE tiene una relación positiva con la producción y con la calidad seminal (Coe, 1999), negativa con la edad a la pubertad (Smith *et al.*, 1989) y una heredabilidad moderada-alta (0,41-0,57) (Bourdon and Brinks, 1986; Lunstra *et al.*, 1988; Kealey *et al.*, 2006). Por otra parte, también se ha constatado que las hijas de toros con mayor CE presentan menor edad a la pubertad y al primer parto, y un retorno a la ciclicidad con menos días posparto que las hijas de toros con menor CE (Moser *et al.*, 1996; Siddiqui *et al.*, 2008). La orientación productiva de la raza también incide en el tamaño de la CE. Así, de mayor a menor tamaño estarían las razas de aptitud lechera, doble aptitud y aptitud cárnica. A similar aptitud productiva, la CE está condicionada positivamente por el tamaño de la raza y en un contexto más general, los toros de razas *Bos taurus* tienen una CE superior a los toros de razas *Bos indicus* (Barth, 2000; Menegassi *et al.*, 2011).

El crecimiento de la CE no es uniforme con la edad, pero su evolución es similar en todas las razas británicas y europeas de producción de carne; los crecimientos medios para diferentes tramos de edad se presentan en la Tabla 2 (Barth, 2013).

Tabla 2. Crecimiento de la circunferencia escrotal en toros en función de la edad

Edad (meses)	Diario (cm)	Mensual (cm)
10-11	0,062	1,891
11-12	0,050	1,525
12-13	0,038	1,159
13-14	0,026	0,793
14-15	0,014	0,427
15-20	0,007	0,200
20-30	0,003	0,100

El crecimiento testicular es lento durante los primeros seis meses de vida, muy rápido durante la fase peripuberal que transcurre entre los 10 y los 12 meses, y va disminuyendo gradualmente hasta los dos años de edad, en que alcanza el 90% del tamaño adulto. Éste se logra en torno a los cuatro años de edad (Cates, 1981; Kastelic, 2014).

El sistema SFT americano fija un mismo umbral de descarte, 30 cm, para los toros de razas *Bos taurus* de aptitud cárnica que tienen una edad entre los 12 a 15 meses (Hopkins and Spitzer, 1997), basándose en que la mayor parte de los toros que alcanzan este umbral son maduros desde el punto de vista espermático (≥ 30% de motilidad progresiva y ≥ 70% de normalidad espermática; Brito *et al.*, 2004).

El sistema WCABP canadiense por su parte, sí hace distinción entre razas y también establece diferencias de umbral de descarte por edad entre los 12 y los 14 meses. Inicialmente, el sistema canadiense consideró No Aptos a los toros cuya CE era inferior a la media menos una desviación estándar (DE) y en consecuencia, el nivel de descarte que aplicaba era del 16% (Coulter *et al.*, 1987; Barth, 2000). Actualmente y debido al incremento en la CE que han experimentado los toros de las razas de aptitud cárnica en Canadá, se ha actualizado el umbral y el percentil de descarte se ha establecido en el 10% (Barth, 2013). Finalmente, el sistema ACV australiano ha caracterizado a sus razas más comunes y ha fijado el umbral de descarte en el percentil 5% tras ajustar la CE en función del peso y del crecimiento diario (Beggs, 2013).

Se aprecia por tanto una disparidad de criterio entre los diferentes sistemas BBSE para valorar a los toros por su CE, destacando que a pesar de la repercusión positiva que la CE tiene sobre la eficiencia reproductiva del toro y sobre su descendencia, todos los sistemas fijan un umbral de descarte pero ninguno hace distinción entre los toros calificados como Aptos (García-Paloma, 2015).

Con el fin de poner en valor el mérito de los toros por su CE, la guía VART propone una nueva forma de categorizar a los toros según el modelo que a continuación se describe. El modelo que fue desarrollado con toros de la raza Asturiana de los Valles (AV) lo consideramos extrapolable a cualquier otra raza. Sobre 1.014 toros de genotipo culón, con edades comprendidas entre los 12 y 16 meses, con una condición corporal media de 4, se midió la CE cuando se evaluó su ApR al finalizar su período de testaje. La CE fue ajustada a 15 meses de edad (CE15) con la siguiente fórmula: CE15 = CE * CD * (457,5 – edad en días en el momento de la valoración), donde el crecimiento diario de la CE (CD) se obtuvo en base a la Tabla 2 ajustando para cada toro el crecimiento medio entre su edad y los 15 meses. La CE15 mostró tener una distribución normal, test de Shapiro Wilk (*P*=0,1721), con una media y una DE de 34,13 ± 2,31 cm; por lo que la regla empírica de la distribución normal pudo ser utilizada para establecer los umbrales y las categorías de valoración.

Criterio de valoración

En la Figura 11 se presentan los criterios propuestos en esta Guía VART para categorizar los toros AV respecto a la CE15.

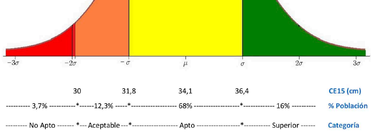


Figura 11. Criterios para caracterizar toros de raza Asturiana de los Valles por su CE15

El umbral de descarte de CE15 elegido por la asociación de ganaderos de la raza Asturiana de los Valles (ASEAVA) fue 30 cm, el mismo que el sistema americano SFT y se asoció a un percentil del 3,7%. En la Tabla 3 se presentan los umbrales de descarte de CE15 que hubieran correspondido de aplicarse los percentiles de otros sistemas de referencia.

Tabla 3. El percentil de CE15 como criterio para fijar el umbral de descarte

Percentil	Umbral CE15 (cm)	Sistema BBSE
3,7	30,0	SFT, 1997; ASEAVA, 2017
5	30,3	ACV, 2003
10	31,2	WCAPB, 2013
16	31,8 (Media – 1 DE)	WCABP, 2000

CE15: Circunferencia escrotal ajustada a 15 meses de edad

Otro criterio que también puede utilizarse para fijar el umbral de descarte es el que Monke (1987) propone para definir la hipoplasia testicular (la Media menos 2 DE). Este umbral correspondería al percentil 2,5% y en el caso de la raza AV sería de 29,5 cm.

El sistema ACV australiano incorpora la categoría Aceptable para toros que quedan un poco por debajo del umbral establecido para la categoría Apto en los parámetros motilidad progresiva y normalidad espermática, considerando a estos toros válidos para su empleo en monta natural, pero por su supuesta menor fertilidad los excluye para ingresar en los centros de inseminación artificial (Fordyce *et al.*, 2006). Siguiendo este criterio, en la guía VART no solamente proponemos incorporar la categoría Aceptable para los parámetros seminales, sino que lo hemos hecho para la valoración Física y lo proponemos también para las valoraciones CE y Capacidad de servicio.

El criterio que planteamos para fijar el umbral de la categoría Aceptable es la media – 1 DE, el mismo que propuso el sistema WCABP en el año 2000 como umbral de descarte. Por tanto los toros que el sistema WCABP descartaría, serían considerados válidos como reproductores en nuestra guía, pero con la salvedad que por su menor producción espermática serían destinados a ganaderías con una baja exigencia reproductiva (< 20 vacas cíclicas por toro), una característica muy común en muchas de nuestras ganaderías de vacuno extensivo donde el periodo de partos no está concentrado, o donde la parcelación excesiva obliga al ganadero a reducir el número de vacas en los lotes de cubrición.

Finalmente, proponemos fijar el umbral de una categoría denominada Superior en la media + 1 DE, en nuestro modelo 36,4 cm, que serviría para identificar el 16% de los toros con mayor CE15 de la población. En el sentido opuesto a los toros valorados con la categoría Aceptable, los toros valorados con la categoría Superior siempre que fueran Aptos en las demás valoraciones de la metodología BBSE, podrían ser los elegidos para ganaderías que decidieran un manejo de alta exigencia reproductiva (>40 vacas cíclicas por toro).

Cabe señalar que los umbrales de CE15 propuestos han sido elaborados con toros del Centro de Testaje de ASEAVA, y que solo serían válidos para toros que tuvieran características similares de raza, edad, genotipo y CC. Por tanto, habría que hacer alguna consideración para evaluar toros de la misma raza por su CE cuando estuvieran fuera de este ámbito y con una CC diferente. Barth *et al.* (1995) analizaron los cambios producidos en toros de raza Charolesa con dos años de edad, desde que fueron adquiridos en subasta hasta 55 días después donde recibieron una alimentación a base de hierba y heno con suplementación esporádica de grano. Los toros perdieron 54,6 kg de peso, disminuyeron sus reservas de grasa subcutánea y redujeron su CE en 2,2 cm. Esta estrecha relación entre cobertura de grasa subcutánea y CE nos lleva a considerar que la CE15 debería corregirse al alza cuando los toros valorados tuvieran una CC inferior a la de los toros utilizados para la caracteización de la raza, en nuestro caso, 4. Ante la falta de referencias que nos permita establecer un criterio más preciso de corrección, proponemos que la CE se incremente en 1 cm por cada unidad de CC por debajo de 4 que tenga el toro evaluado.

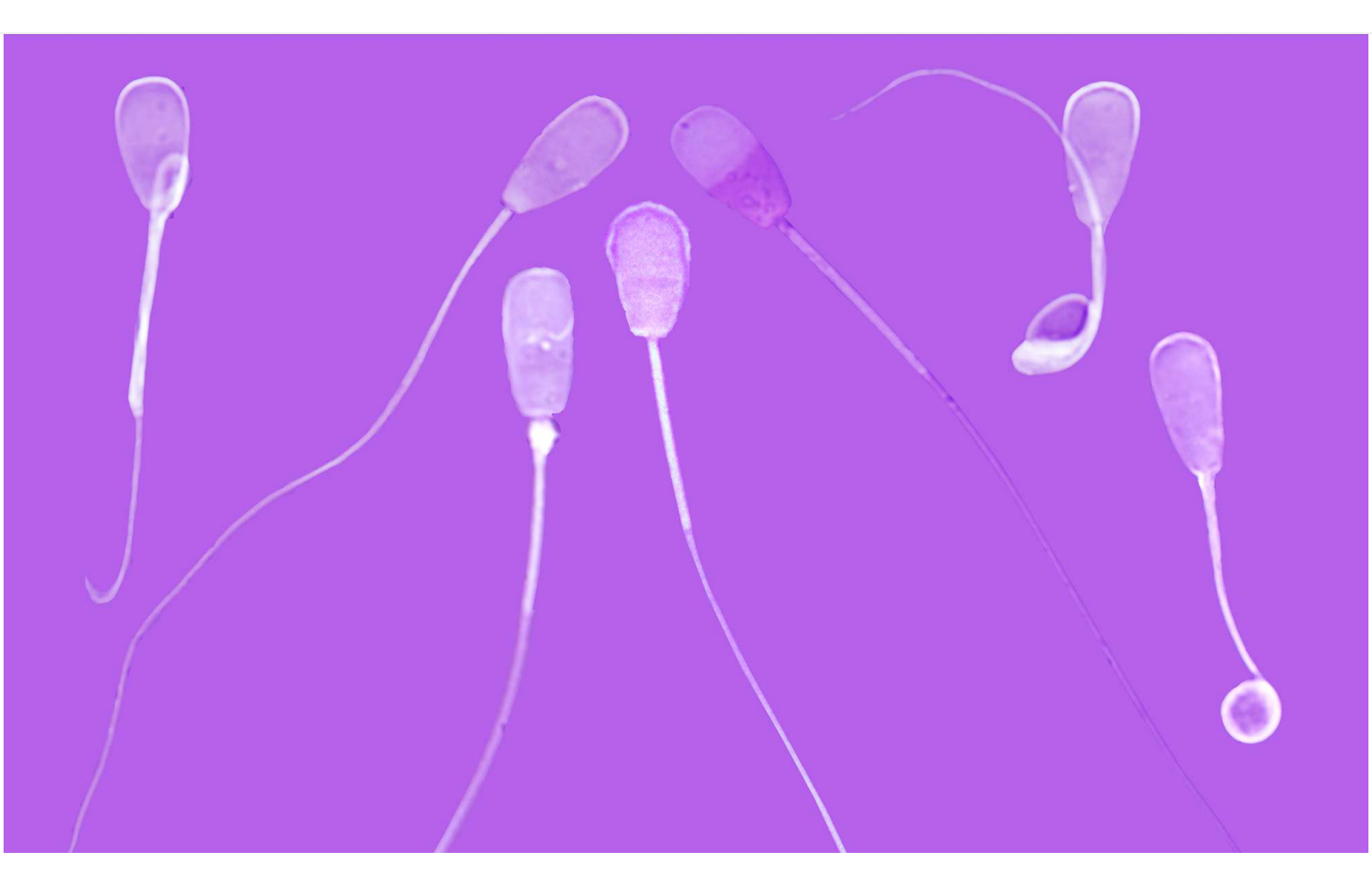
No disponemos de datos respecto a la caracterización de otras razas españolas por su CE15. A modo de ejemplo, en la Tabla 4 junto a los umbrales de CE15 para la raza Asturiana de Valles y de CE18 para la raza Asturiana de Montaña, presentamos los correspondientes a otras razas que el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España según el Real Decreto 45/2019 denomina razas integradas. Se han elaborado en base al modelo antes descrito, sobre los valores medios de CE a los 12 meses de las mismas razas en Canadá y utilizando un DE de 2,2 (Barth,2013).

Tabla 4. Umbrales de CE15 para diferentes razas

Raza	Media CE15	No Apto**	Aceptable	Apto	Superior
Simmental	38,3	< 34,4	34,4 – 36,1	36,2 – 40,5	> 40,5
Charolesa	36,9	< 33,0	33,0 – 34,7	34,8 – 39,1	> 39,1
Parda (aptitud cárnica)	36,1	< 32,2	32,2 – 33,9	40,0 – 38,3	> 38,3
Asturiana de los Valles	34,1	< 30,0	30,0 – 31,8	31,9 – 36,4	> 36,4
Limusina	33,8	< 29,9	29,9 – 31,6	31,7 – 36,0	> 36,0
Blonda de Aquitania	31,8	< 27,9	27,9 – 29,6	29,7 – 34,0	> 34,0
Asturiana de Montaña*	33,6	>30,0	30,0 – 31,9	32,0 – 35,3	> 35,3

* CE ajustada a 18 meses de edad
**El umbral No Apto fue obtendio aplicando el mismo percentil que en la raza AV, 3,7%.

Continuar leyendo el capítulo...



2. COLECTA Y VALORACIÓN SEMINAL

2.1. Métodos de colecta

2.1.1. Colecta de semen por electroeyaculación

La colecta de semen en campo no es compatible con el adiestramiento previo del toro al método más habitual, el basado en la vagina artificial. La técnica más contrastada y la que recomiendan los sistemas BBSE de referencia es la electroeyaculación (Barth, 2013; Beggs, 2013; Koziol and Armstrong, 2018). Cabe mencionar que el protocolo aquí descrito se ha desarrollado con toros jóvenes y de fácil manejo. Por tanto, estas pautas pueden requerir alguna modificación cuando la colecta se realice en toros con otra edad o temperamento.

Con el toro ya retenido en la manga se procede a la limpieza de la zona prepucial: corte de pelo, lavado interno con suero fisiológico o con una solución de ClNa al 0,9% atemperada a 37°C y secado de la zona con papel limpio y desechable. Si tras el lavado el toro llegara a orinar, se volverá a repetir el procedimiento. Es importante evitar la presencia de orina en prepucio, sobre todo cuando el semen se emite por goteo por no acompañarse de erección.

En el mercado hay diferentes equipos de electroeyaculación. Todos los modelos cuentan con una sonda que colocada vía rectal transmite de forma controlada impulsos de bajo voltaje y de intensidad creciente a los nervios pélvicos. El porcentaje de éxito en la obtención de una muestra de semen suele ser superior al 90%. El voltaje necesario para una colecta exitosa varía con el toro, así como también los síntomas colaterales que en un grado leve se suelen manifestar. El síntoma más común que se suele presentar durante la sesión de colecta es la contracción muscular generalizada que en ocasiones se traduce en la extensión de una extremidad posterior. Algunos toros presentan un umbral de sensibilidad superior (5-10% de los casos) manifestando flexión de extremidades, vocalización o mugido; en estos casos consideramos que el toro muestra rechazo al procedimiento e interrumpimos la colecta. Tras el paso de un tiempo prudencial de 30 minutos se puede volver a repetir la colecta con otras alternativas como el masaje rectal de las ampollas del conducto deferente o la electroeyaculación acompañada de sedación. Si tras este nuevo intento no se consiguiera una muestra de semen, se recomienda repetir la colecta una semana más tarde.

Los equipos de electroeyaculación suelen comercializarse con un colector como el que se muestra en la Figura 1. El problema que puede surgir con este tipo de colector es que ante una temperatura ambiente media-baja, el semen pueda sufrir un choque térmico cuando descienda por el embudo y por el tubo de colecta afectando a su motilidad espermática. Para controlar este factor de riesgo se diseñó una vagina colectora atemperable como la que se presenta en la Figura 1 (García-Paloma, 2017; comunicación personal). En este diseño, tanto el embudo de colecta como el tubo colector se atemperan con agua a 45-50°C en función de la temperatura ambiente. El embudo de colecta puede ser descartable o reutilizable de látex o de silicona. Cuando se prevea una demora entre la preparación de la vagina colectora y la colecta, se aconseja la utilización de fundas térmicas. En el diseño de la vagina colectora aparece cortado el mango para un control más preciso de la colecta, sobre todo cuando el toro se mueve mucho durante la sesión. No obstante, ante toros bravos, nerviosos o mangas de manejo poco funcionales para este cometido, el mismo diseño de vagina colectora manteniendo el mango sería el de elección.



Figura 1. Colector comercial y diseño de vagina colectora atemperable

Antes de colocar la sonda en recto, se procede a evacuar las heces y a efectuar un masaje ligero del suelo pélvico con la finalidad de conseguir una adecuada relajación del toro y una buena transmisión del impulso desde la sonda a los nervios pélvicos. Se recomienda también evitar la presencia de aire en recto. Con el fin de aumentar la probabilidad de conseguir una muestra de semen representativa, el sistema de colecta que se va a describir a continuación contempla la utilización de dos vaginas colectoras y la obtención de dos muestras en la misma sesión (Figura 2). Iniciado el proceso de estimulación, dejamos que la intensidad del estímulo vaya subiendo hasta que apreciemos uno de estos episodios: ligera turbidez en el semen emitido por goteo a través del prepucio, o erección de pene. Llegados a este punto, con la primera vagina colectora empezamos el proceso de colecta, y de forma controlada y en función de la respuesta del toro, vamos subiendo pulso a pulso el nivel de estimulación hasta que veamos que en el tubo de colecta la densidad espermática aumenta. En este momento frenamos la intensidad del estímulo, y colocamos la segunda vagina colectora. Si se viera que la emisión de semen cesa, se subirá el estímulo hasta lograr al menos una colecta de 2 ml. Cuando lo colectado sea mayoritariamente plasma seminal, la colecta puede ser repetida pasados unos minutos. Conseguida la colecta y hasta el momento de su valoración, se han de poner los medios necesarios para que la temperatura del semen no descienda por el efecto de la temperatura ambiente.



Figura 2. Colecta de semen con la obtención de dos muestras

2.1.2. Colecta de semen por electroeyaculación con analgesia o sedación

Para disminuir el grado de los síntomas que manifiestan algunos toros ante el estímulo recibido por la electroeyaculación se han probado dos estrategias de acompañamiento, la anestesia epidural y la sedación. La anestesia epidural con 6 ml de lidocaína al 2% disminuye los niveles de cortisol y progesterona como medidores de estrés, aunque las diferencias con los toros que no la recibieron no fueron significativas (Falk *et al.*, 2001; Etson *et al.*, 2004). En este tipo de anestesia también se ha de considerar el posible estrés que se le puede causar al toro por el simple hecho de su aplicación.

La utilización de xilacina vía IV a dosis de sedación (0,033 mg de hidrocloruro de xilacina/kg PV), disminuye la frecuencia cardiaca como parámetro relacionado al estrés, pero los efectos secundarios que a veces se presentan como ataxia y postración no hacen muy aconsejable su uso (Mosure *et al.*, 1998).

Banzo Ferrer, Grupo VART (2018; comunicación personal), utiliza de forma sistemática la sedación con xilacina vía IV antes de proceder a la colecta de semen por electroeyaculación con una dosis media 0,02 mg/kg PV. La dosis recomendada se reduce un 50% en toros tranquilos o se incrementa en el mismo porcentaje cuando se trata de toros nerviosos o de fuerte temperamento. Con estas dosis inferiores a la utilizada por Mosure no se evidencian los efectos secundarios antes mencionados de ataxia y postración.

2.1.3. Colecta de semen por masaje rectal

Esta técnica consiste en aplicar vía rectal un masaje con movimientos cráneo-caudales de los dedos índice, medio y anular sobre las ampollas del conducto deferente. El semen se libera desde las ampollas y se exterioriza goteando a través del prepucio al no acompañarse, generalmente, de erección (Palmer, *et al.*, 2005). En esta técnica, el corte de pelo y el lavado prepucial previo a la colecta se considera indispensable para evitar la obtención de muestras contaminadas. La técnica tiene un 80-95% de éxito en la colecta cuando el toro se encuentra relajado y se realiza por un profesional experto (Palmer, 2005; Sylla *et al.* 2015). Al comparar este método con el método de electroeyaculación se observó que el semen obtenido por masaje rectal tuvo un menor porcentaje de espermatozoides vivos, menor porcentaje de mótiles progresivos y similar porcentaje de espermatozoides morfológicamente normales (Palmer, *et al.*, 2005).

En nuestra práctica de colecta por este procedimiento nos hemos encontrado con muestras de semen con baja motilidad masal que revirtieron a una buena motilidad progresiva cuando se diluyeron con un medio de criopreservación (García-Paloma, 2018; comunicación personal). La razón puede estar en el aporte de componentes esenciales para la cinética espermática ausentes en un plasma seminal proveniente de una secreción no fisiológica de las glándulas sexuales accesorias (Aitken, 2000); de hecho, Kastelic *et al.* (2012) consideran al semen colectado por masaje rectal como una emisión más que una verdadera eyaculación.

En una valoración comparativa de los sistemas de colecta alternativos a la electroeyaculación (vagina artificial, masaje rectal, o electroeyaculación acompañada con oxitocina, prostaglandina, analgesia o sedación), Palmer (2005) concluyó que, aunque puede haber ciertas ventajas en alguna de ellas, la colecta de semen por electroeyaculación sin acompañamiento medicamentoso es el sistema de elección por la mayor uniformidad y calidad seminal de las muestras obtenidas. No obstante, como ya mencionamos anteriormente, en toros que muestran rechazo a la electroeyaculación, o en los que no ha sido posible la colecta de semen por este procedimiento, el masaje rectal de las ampollas del conducto deferente o la electroeyaculación acompañada con sedación se consideran buenas alternativas.

2.2. Protocolos de valoración seminal

En esta fase de la metodología BBSE, se debe poner énfasis en el control de los factores que pueden influir en los valores obtenidos de los parámetros de calidad seminal, entre ellos: 1) el mantenimiento a una temperatura en torno a los 37°C del semen, de los medios y de todo aquello que vaya a entrar en contacto con él; 2) el tiempo transcurrido entre la colecta y la valoración; 3) la suave y reiterada homogeneización de la muestra de semen antes de cualquier dilución; 4) la experiencia y la formación técnica del evaluador y 5) los protocolos utilizados.

El mayor control de estos factores se consigue cuando la valoración seminal se hace inmediatamente después de la colecta. De hecho, éste es el procedimiento que se recomienda en todos los sistemas BBSE que tenemos de referencia. En España donde la metodología para valorar la ApR de los toros lleva pocos años de aplicación, está muy arraigado el escenario en el que los veterinarios colectan el semen en campo y su valoración se posterga hasta la llegada de las muestras a su laboratorio o a uno de referencia. Aun admitiendo que la precisión con la que se valora la calidad seminal es menor en este segundo escenario, en la guía contemplamos dos protocolos diferenciados para ambas situaciones: Protocolo 1 (valoración seminal en campo) y Protocolo 2 (valoración seminal en laboratorio).

2.2.1. Protocolo 1, valoración seminal en campo

Existen numerosos protocolos de valoración seminal en campo y por lo general, con diferencias que dificultan la obtención de datos comparables. El protocolo que aquí se describe es una adaptación basada en las cuatro principales guías que actualmente tenemos de referencia (Barth, 2013; Beggs, 2013; Koziol and Armstrong, 2018; Penny, 2018) y en todo momento hemos tenido presente aquellos aspectos que pueden facilitar su ejecución en campo y su adaptación a la diversidad de entornos ganaderos de nuestro país.

En este protocolo los veterinarios realizan en campo la valoración seminal conducente a la obtención de la motilidad espermática progresiva y una preparación seminal para la valoración posterior de la morfología espermática en su laboratorio o en uno de referencia.

2.2.1.1. Equipamiento

El equipamiento para la valoración seminal en campo debe ser lo más reducido posible en razón a su operatividad y coste, pero a su vez, contrastado para valorar los parámetros seminales con la precisión exigible por la metodología BBSE. Una alternativa de equipamiento básico se presenta en la Figura 3.



Figura 3. Equipamiento básico para valoración seminal

Microscopio. El microscopio es el elemento más importante del equipamiento; la calidad de su óptica, el conocimiento de sus ajustes y su buen mantenimiento, son aspectos esenciales a tener en cuenta. Como características deseables del microscopio destacamos: ocular 10X, platina térmica, contraste de fase, objetivos 10X y 100X de campo claro para valorar la motilidad masal (MM) y la morfología espermática, respectivamente y objetivos 20X o 40X de contraste de fase en función del preferido para valorar la motilidad espermática progresiva (MP). Cuando la valoración de la morfología espermática se haga en laboratorios de referencia sobre muestras fijadas en glutaraldehído, el microscopio que recomienda la ACV australiana es el de interferencia diferencial de contraste (DIC, Beggs, 2013).

Incubador para mantener a 37°C los diferentes microtubos de 2 ml donde se dispensará: la muestra de semen, los medios Bioxcell, PBS, sus correspondientes diluciones "D", así como el colorante eosina nigrosina o el medio fijador con glutaraldehído (Figura 4). Bioxcell se menciona como una opción de diluyente de crioconservación para valorar la MP y se mantendrá como tal en el documento, lo cual no excluye que otros diluyentes como Andromed también puedan ser utilizados. El diluyente PBS ajustado a 7,2 de pH se propone para valorar la morfología espermática, ya que al carecer de los componentes propios de los diluyentes de crioconservación como la glicerina, posibilita una mejor penetración de la eosina a través de la membrana plasmática en los espermatozoides que la tienen alterada ("muertos") y una mejor diferenciación con aquéllos que la tienen íntegra ("vivos").

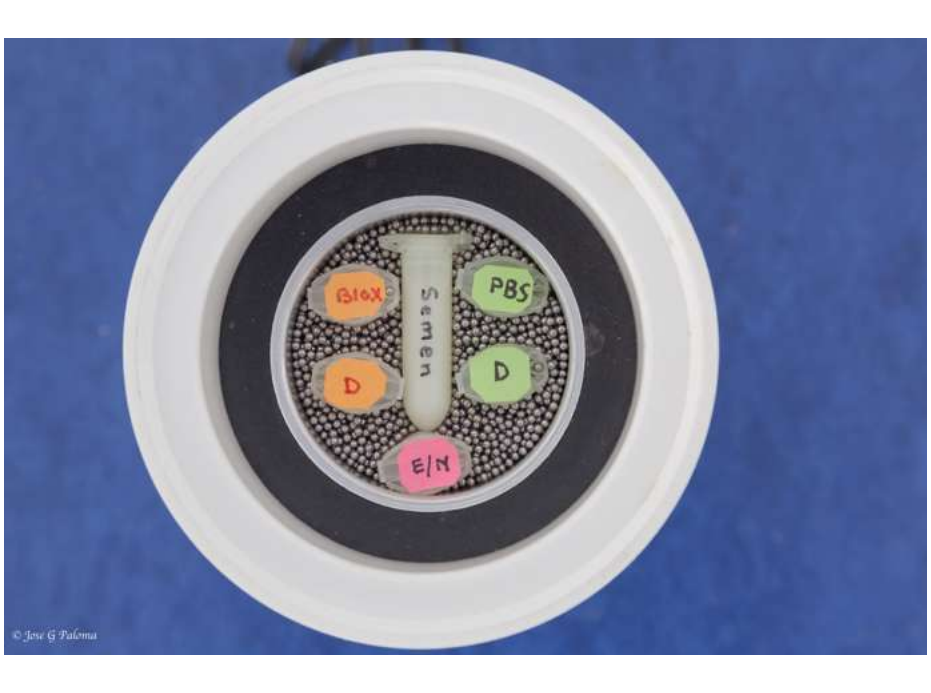


Figura 4. Incubador con los microtubos para dispensar el semen, los medios y las diluciones

Micropipetas, una para diluciones mayores (100-1.000 µl), y otra para diluciones menores (0,5-10 µl) o (2-20 µl), preferiblemente la primera.

Termo para mantener agua a 45-50°C con la que atemperar las vaginas colectoras.

Cuando la actividad se incrementa respecto al número de toros a valorar en un mismo lugar, se justifica una inversión adicional en equipamiento para ganar en comodidad y en rapidez a la hora de aplicar los procedimientos. Sería el caso del equipamiento a instalar en un laboratorio móvil o en un Centro de Testaje. En la Figura 5 se muestra la incorporación de dos placas térmicas para atemperar el material de valoración y una pipeta electrónica 100-1.000 µl para automatizar las diluciones.

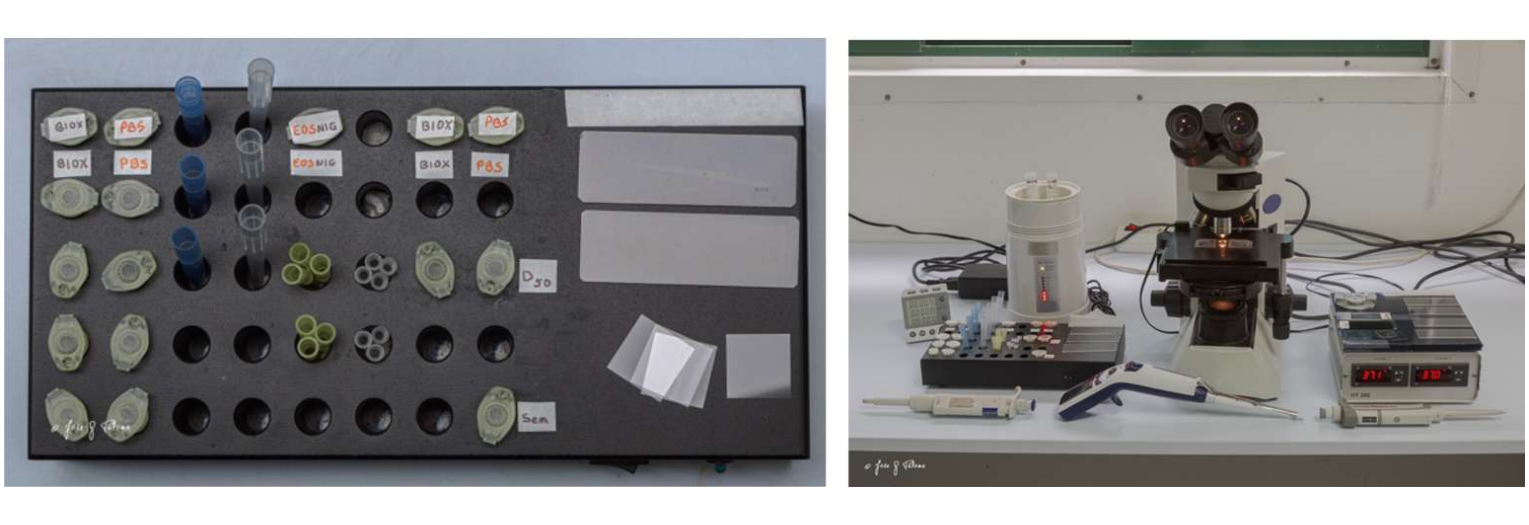


Figura 5. Placas térmicas y pipeta electrónica como complemento al equipamiento básico de valoración seminal

2.2.1.2. Valoración de la motilidad espermática masal y la concentración

Antes de la estimación de estos dos parámetros, se debe observar el aspecto del semen en cada uno de los dos tubos de colecta por si se aprecia contaminación por tierra, heces, orina, o la presencia de sangre o de material purulento.

Procedimiento: de cada tubo de colecta se depositan dos alícuotas de 7 µl sobre un cubre y éste se coloca sobre un porta excavado donde se valorará la MM y la concentración en gota pendiente a 100X en campo claro. Se aconseja la utilización de porta excavado porque retarda la desecación de las alícuotas a valorar y mantiene durante más tiempo unas condiciones uniformes de valoración. El porta excavado se puede hacer fácilmente con piezas de porta recortadas, pegadas y separadas entre sí lo suficiente para asegurar un buen apoyo del cubre (Figura 6).

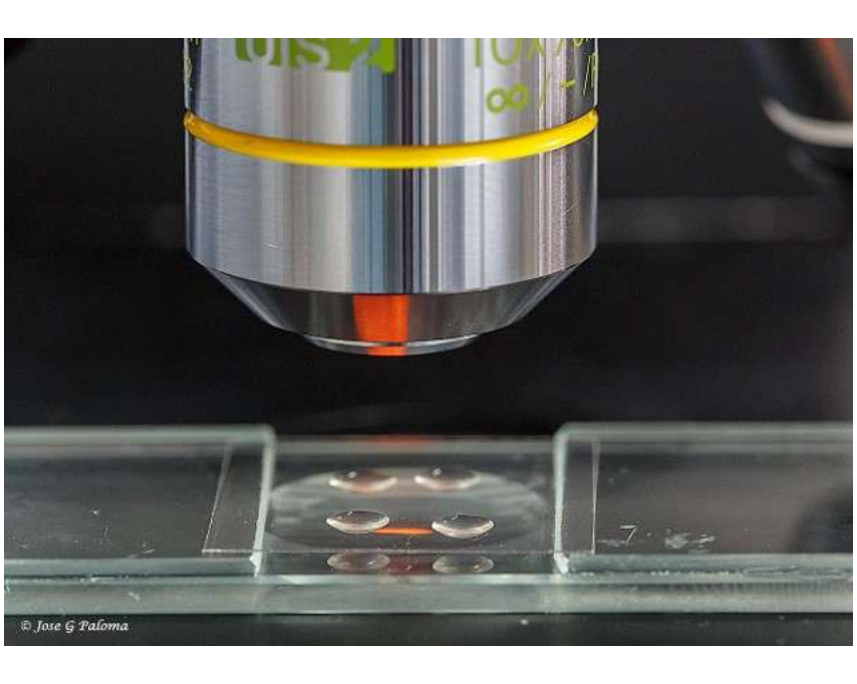


Figura 6. Valoración de la motilidad espermática masal

La MM es un parámetro resultante del efecto de tres características de la muestra de semen: concentración espermática, motilidad progresiva y velocidad de progresión. La MM se evalúa de forma subjetiva aplicando una escala numérica de 1 a 5 o su correspondiente valoración cualitativa: mala, regular, buena, muy buena o excelente, observando el vigor de las ondas espermáticas cuando el semen tiene una alta concentración o simplemente, el movimiento espermático en caso contrario. La mejor muestra por su MM será la elegida para seguir valorando el resto de los parámetros de calidad seminal contemplados en esta metodología. Con el fin de evitar las hiperdiluciones, a similitud de MM entre las dos muestras colectadas, se escogerá la de menor concentración.

El semen colectado por electroeyaculación, no solamente suele tener menor concentración espermática si lo comparamos con el colectado por el método de vagina artificial, sino que muestra una elevada variabilidad cuando se comparan colectas de un mismo toro. Por tal motivo, excepto en los casos de azoospermia o de oligospermia ($<100x10^6$ esp/ml), en la metodología BBSE la concentración espermática no se considera un parámetro discriminante; de hecho, la producción espermática de un toro se asocia más al tamaño de su CE que a la concentración de su semen. Sin embargo, una estimación de la concentración es necesaria para tener un criterio de dilución que nos permita valorar individualmente a los espermatozoides, tanto por su motilidad, como por su morfología. En la Tabla 1 se presenta el criterio propuesto por Entwistle and Fordyce (2003) para estimar la concentración espermática en función del aspecto del semen en el tubo de colecta o de su apreciación al microscopio en gota pendiente. Definido el rango de concentración por este criterio, se decide una cifra estimativa. Normalmente, suele haber bastante uniformidad en la MM y en la concentración de las dos alícuotas de cada muestra. Si esto no fuera así en la muestra mejor valorada, se repetirá el muestreo y la valoración. En el caso de que se optara por la elaboración de dosis seminales, sí será necesario hacer un cálculo preciso de la concentración utilizando espectrofotómetro o cámara de conteo.

Tras la estimación de la concentración, en el microtubo "Semen" del incubador se deposita una muestra diluida (semen:diluyente) 1:1 con Bioxcell si la concentración estimada es $\leq 1.000\times10^6$ esp/ml, o 1:3 en caso de ser mayor. El objetivo de esta primera dilución es aportar nutrientes al semen en previsión de un plasma seminal deficitario que pueda condicionar su motilidad, así como evitar hiperdiluciones en fases posteriores de la valoración.

Tabla 1. Estimación de la concentración espermática en función del aspecto del semen en el tubo de colecta o de su apreciación al microscopio en gota pendiente

Aspecto del semen en el tubo de colecta Densidad y apreciación de ondas espermáticas a 100X	Concentración estimada $x10^6$ esp/ml
Aspecto acuoso Densidad espermática baja	100 - 200
Aspecto entre acuoso y turbio Densidad espermática entre moderada y alta sin ondas	200 - 500
Aspecto entre turbio y lechoso Densidad espermática entre alta y la aparición de ondas finas	500 - 1.000
Aspecto entre lechoso y cremoso Entre ondas finas y densas apreciables	1.000 - 1.500
Aspecto entre cremoso y muy cremoso Ondas muy densas que ya no son apreciables en el interior de la gota	> 1.500

Diluciones

Para valorar los parámetros MP y morfología espermática, en los microtubos "D" del incubador se hacen las diluciones correspondientes con Bioxcell y PBS a una misma concentración estimada de 50 $x10^6$ esp/ml. Para ello se utiliza la siguiente fórmula,

$$Ci \times Vi = Cf \times Vf$$

donde, Ci es la concentración estimada del microtubo "Semen" considerando ya su primera dilución; Vi la alícuota que se toma del microtubo "Semen", siempre 100 µl; Cf la concentración final de la dilución, siempre 50×10^6 esp/ml y Vf el volumen final dispensado en el microtubo "D" cuyo cálculo en µL queda simplificado como Vf = Ci x 2. Se recomienda depositar primero el volumen del diluyente (Vf-100) y después los 100 µl del microtubo "Semen".

2.2.1.3. Valoración de la motilidad espermática progresiva

La MM es la primera impresión que recibimos al valorar la calidad de una muestra de semen, pero se considera una valoración imprecisa. Por ejemplo, nos podemos encontrar una muestra de semen con una alta concentración y un moderado porcentaje de espermatozoides progresivos que por su alta velocidad provoquen ondas espermáticas evidentes. En este caso, nos podríamos encontrar una muestra seminal Buena por su MM pero con tan solo un 40% de MP. Por este motivo, tras la primera impresión recibida al valorar la MM en una muestra, siempre debemos pasar a la valoración de su MP.

Procedimiento: del microtubo "D" de Bioxcell se depositan dos alícuotas de 7 µl sobre un porta (Lenz *et al.*, 2011; Nöethling and dos Santos, 2012) y sobre cada una de ellas se deja caer suavemente y en movimiento paralelo al porta, un cubre de 22 x 22 mm. La MP se valora en contraste de fase a 200X o a 400X, en porcentaje a una precisión del 10% sobre campos situados en la zona central del cubre y calculando el valor medio de ambas alícuotas. Como este parámetro es discriminante en la metodología BBSE, cuando la MP estimada esté por debajo del umbral considerado para un semen Apto, o cuando la diferencia entre las dos alícuotas supere el 10%, se repetirá el procedimiento de valoración. Para esta repetición se aconseja la utilización de una cámara tipo Makler, una alternativa mucho más precisa dada la mayor uniformidad que presentan los campos con independencia de si se observan en la periferia o en el centro de la cámara (Figura 7).



Figura 7. Valoración de la motilidad progresiva entre porta y cubre y con cámara Makler

Criterio de valoración

En el criterio para valorar la MP es donde mayor diversidad encontramos entre los sistemas BBSE de referencia, de manera que un toro Apto para un sistema puede no serlo para otro (Figura 8).

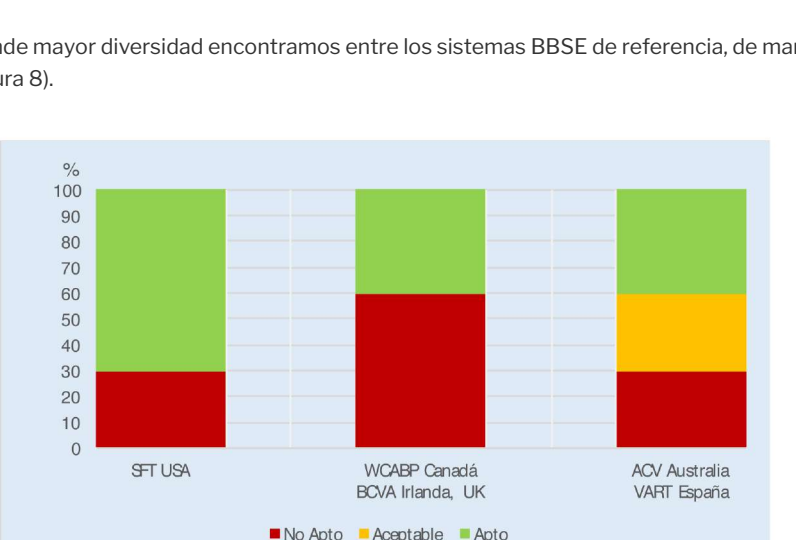


Figura 8. Umbrales de motilidad espermática progresiva según diferentes sistemas de valoración

El sistema SFT es el que propone el umbral menos exigente de MP para calificar a un toro como Apto (30%), mientras que los sistemas WCABP y BCVA son los más rigurosos y establecen el umbral en el 60%. Finalmente, el sistema ACV propone la categoría intermedia Aceptable para definir a los toros que se quedan un poco por debajo del umbral establecido para la categoría Apto, y a sabiendas que su fertilidad puede ser menor son admitidos como reproductores para monta natural, aunque excluidos para los Centros de Inseminación Artificial (Fordyce *et al.*, 2006). Para nuestra propuesta de guía adoptamos los criterios fijados por el sistema ACV, dado que los toros de la categoría Aceptable los podemos considerar perfectamente válidos para muchas de nuestras ganaderías extensivas donde la exigencia reproductiva suele ser baja.

2.2.1.4. Valoración de la morfología espermática

La técnica más habitual para valorar la morfología espermática en los sistemas BBSE es la tinción de una muestra seminal con eosina nigrosina y es la que aquí describimos. Sin embargo, el sistema australiano ACV plantea la fijación de muestras de semen con glutaraldehído al 0,2% sobre una solución salina tamponada (PBS) y su análisis obligado en laboratorios de referencia (Entwistle and Fordyce, 2003; Beggs, 2013).

La técnica de eosina nigrosina tiene la ventaja que en la misma tinción además de valorarse la morfología de los espermatozoides, se puede distinguir entre espermatozoides con la membrana plasmática alterada ("muertos") y aquéllos que la tienen íntegra ("vivos"). A través de estas valoraciones, la viabilidad espermática entendida como el porcentaje de espermatozoides con integridad de membrana y a su vez sin anomalías estructurales, podría proponerse como un nuevo parámetro de calidad seminal en la metodología BBSE por una mayor correlación esperada con la fertilidad que la normalidad espermática. El grupo VART trabaja en la propuesta de unos umbrales de referencia para la viabilidad espermática, mientras tanto, para la guía que ahora presentamos este parámetro no será considerado.

En la técnica de eosina nigrosina, la composición del colorante, el procedimiento de elaboración, su osmolaridad, pH, el diluyente seminal empleado y el tiempo en que el colorante interactúa con el semen antes de la realización del frotis, son entre otros, factores que pueden influir en la calidad de la tinción y en la precisión para valorar la morfología espermática. Las consideraciones hechas a este respecto por Barth y Oko (1989) son las que recomiendan los principales sistemas BBSE y las que incorporamos en el siguiente procedimiento de valoración.

Procedimiento: sobre el borde de un porta colocado sobre una placa térmica y en su parte central, se deposita una gota de 10 µl de la dilución "D" de PBS y sobre ésta, otra gota de 10 µl de eosina-nigrosina. Con la misma punta de la pipeta se homogeneizan ambas gotas durante 45 segundos, se extiende la mezcla a lo ancho del porta y con otro de borde biselado se hace el frotis utilizando una inclinación de 45° (Figura 9). Antes de colocar el porta con la tinción en la caja de transporte se recomienda visualizar el frotis a 200X en campo claro para comprobar que la tinción es buena en cuanto a concentración y contraste.



Figura 9. Frotis con eosina-nigrosina sobre platina térmica

La morfología espermática se cuantifica por duplicado a 1.000X, en campo claro utilizando aceite de inmersión. Sobre 100 espermatozoides se anotan aquéllos con morfología normal y los que tienen alguna anomalía. Si las dos valoraciones difieren por encima del 10% se hace una tercera antes de calcular su valor medio. En base a los sistemas BBSE canadiense y australiano (Barth and Oko, 1989; Beggs, 2013), en la Tabla 2 se muestran los grupos y tipos de anomalías espermáticas que se proponen para esta guía. Entre paréntesis figura el nombre como son conocidas internacionalmente algunas tipologías. A su vez, las anomalías se distinguen entre compensables y no compensables, es decir, aquéllas donde la mejora de fertilidad es posible o compensable por un incremento en la cantidad de espermatozoides que un toro aporta en su eyaculado, y aquéllas donde la mejora de fertilidad por el aumento en el número de espermatozoides no es posible (Barth, 2000; Entwistle and Fordyce, 2003; Penny, 2018). Las anomalías compensables dificultan a los espermatozoides su capacidad para progresar y atravesar las barreras del tracto reproductor femenino como el cérvix o la unión útero tubárica. Sin embargo, los espermatozoides con anomalías no compensables pueden llegar a la zona pelúcida, bloquear a otros espermatozoides en su intento por penetrar y fertilizar al ovocito en un proceso que sin embargo siempre acabará degenerando. Por este diferente comportamiento, las anomalías no compensables siempre tendrán un mayor impacto sobre la fertilidad del toro que las anomalías compensables. Muchas de las anomalías no compensables están asociadas a problemas de DNA y/o de la cromatina, pero al requerir métodos más sofisticados para su valoración, no se contemplan en la metodología BBSE.

Por último, cuando un espermatozoide es portador de varias anomalías, somos partidarios de escoger solamente una (Hoflack *et al.*, 2006). En el caso de que coincida una anomalía compensable con otra no compensable, siempre se escogerá la primera debido a que ésta nunca permitirá al espermatozoide que la anomalía no compensable llegue a desencadenar sus efectos.

Tabla 2. Anomalías contempladas en la valoración de la morfología espermática

Grupo	Tipo de anomalías
Cabeza	**Macrocefalia**, **microcefalia**, **piriforme**, **vacuolas**, teratoide
Cabeza suelta	Cabeza suelta
Acrosoma	Hinchado, perlado (Knobbed), rizado
Gota citoplasmática	**Proximal**
Pieza intermedia	Enrollada (Dagg), espiral, múltiple, muñón (Stump), reflejo distal, vaina mitocondrial
Cola	Doblada, enrollada. La Cola integra a las piezas principal y final.

Anomalías: Compensables y **no compensables**

En la Figura 10 sobre una tinción de eosina nigrosina se aprecia la estructura en dos tipos de espermatozoide de toro, uno con la membrana citoplasmática alterada y otro con la membrana intacta.

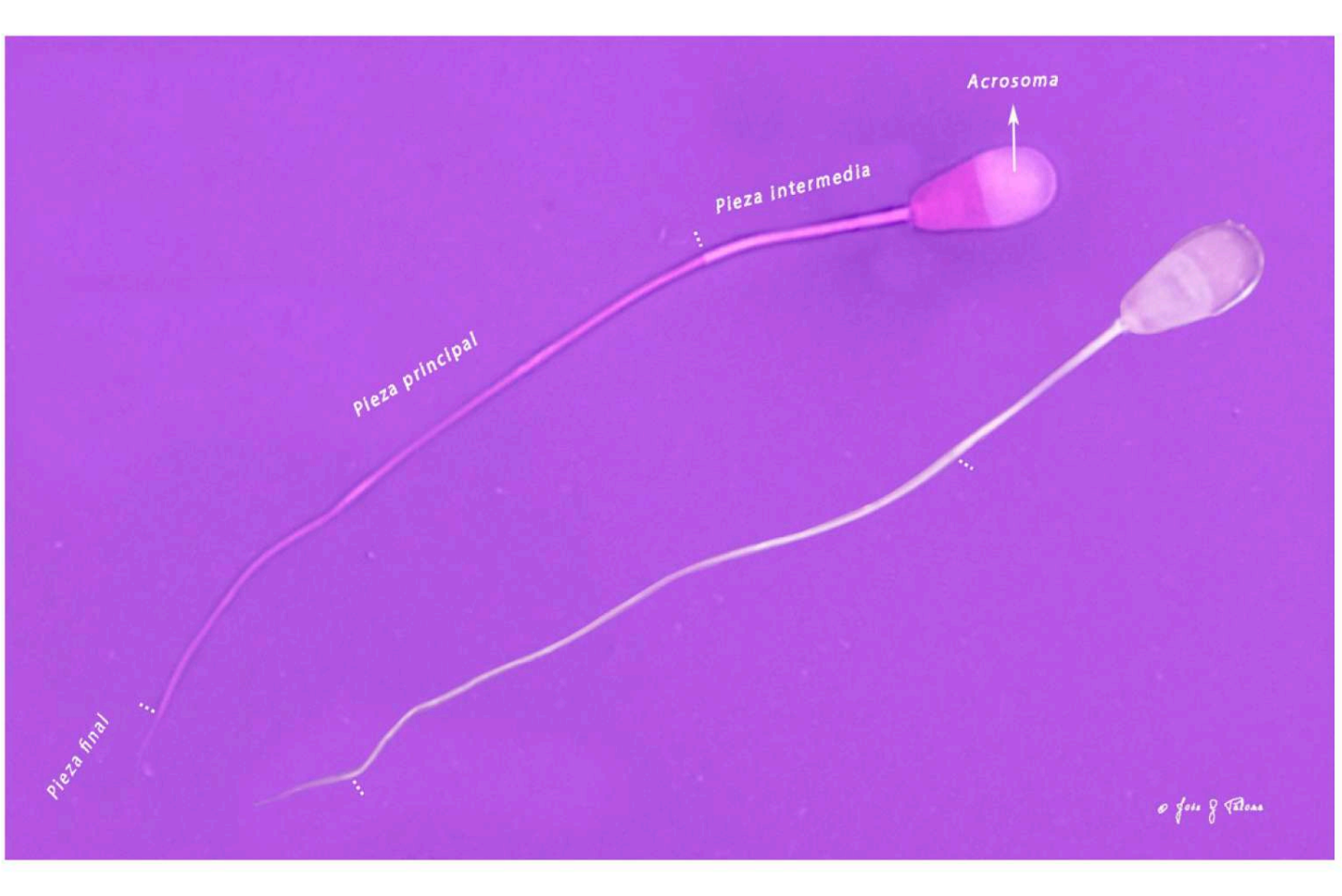


Figura 10. Morfología del espermatozoide de toro

En la Figura 11 se presentan imágenes con diferentes anomalías espermáticas







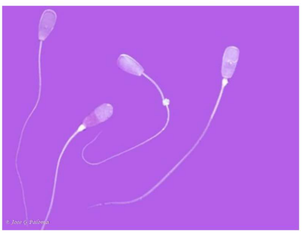


Figura 11. Anomalías espermáticas por orden de izquierda a derecha: cola enrollada, cabeza con vacuolas, pieza intermedia con reflejo distal, gota citoplasmática proximal y distal

Criterio de valoración

La normalidad es el parámetro discriminante elegido para valorar la morfología espermática en la metodología BBSE. Aunque se observa mayor uniformidad de criterio entre los diferentes sistemas BBSE cuando se valora la normalidad espermática que cuando se valora la MP, también se aprecian discrepancias. Los sistemas SFT, WCABP y BCVA son los más estrictos al descartar a los toros con menos del 70% de normalidad espermática, mientras que el sistema ACV es menos riguroso al proponer un umbral de descarte del 50% y la categoría intermedia Aceptable para los toros con normalidad espermática entre el 50% y el 70% (Figura 12).

Al igual que expusimos para la MP, optamos por las tres categorías del sistema ACV para valorar la normalidad espermática en nuestra propuesta de guía. Adicionalmente, también proponemos los umbrales de descarte que el sistema ACV plantea para cada una de las anomalías no compensables (> 20%) y para cada una de las anomalías compensables (> 30%).

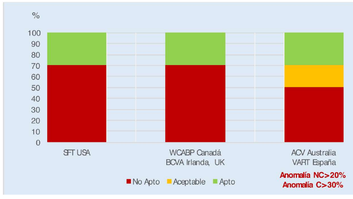


Figura 12. Umbrales de normalidad espermática según varios sistemas de valoración

2.2.2. Protocolo 2, valoración seminal en laboratorio

Este protocolo contempla que los veterinarios realicen en el campo la recogida de semen, diluyan en Bioxcell las dos muestras colectadas (semen:diluyente) 1:1, las transporten en refrigeración hasta su laboratorio o las envíen a uno de referencia para que sean valoradas antes de que transcurran 24 horas de la colecta. Además, si el laboratorio de referencia analizara la morfología espermática a través de muestras fijadas en glutaraldehído, el veterinario tendría que preparar una muestra adicional siguiendo sus instrucciones y se podría transportar a temperatura ambiente. Sería deseable que la valoración de la MM se hiciera en campo, para que en el caso de que su valoración fuera mala, se pudiera decidir la repetición de una nueva colecta.

Para el transporte de las muestras de semen diluido, se plantea hacerlo en refrigeración a 5°C y a ser posible, en una nevera con control digital de temperatura. Con el fin de que el descenso de la temperatura del semen diluido sea gradual, se aconseja que con anterioridad a su introducción en la nevera, los microtubos con el semen se alojen en tubos de 50 ml que llevarán incorporada agua a 25°C. En la Figura 13 se puede apreciar el procedimiento de transporte propuesto.



Figura 13. Nevera y sistema de transporte para las muestras de semen diluido

Una vez llegue la muestra al laboratorio se seguirá el mismo procedimiento de valoración descrito en el Protocolo 1, tanto para la MP como para la normalidad espermática. Los laboratorios de referencia que dispongan de equipamiento CASA de análisis de imagen para valorar la MP, seguirán sus propios procedimientos mientras no se disponga de un protocolo consensuado.

Criterio de valoración

Antes de proceder a la interpretación de los parámetros de calidad seminal obtenidos por este protocolo 2, habría que verificar si los umbrales fijados para los parámetros seminales en el semen valorado después de la colecta (protocolo 1) podrían ser los mismos que para el semen mantenido hasta 24 horas en refrigeración.

Para responder a esta cuestión, muestras de semen obtenidas por electroeyaculación de 35 toros de raza Asturiana de los Valles y diluidas inicialmente en Bioxcell (semen:diluyente) 1:1, fueron analizadas a las 0 horas poscolecta y después, tras 6 y 24 horas de refrigeración a 5°C. La MP fue valorada con el sistema CASA ISAS de Proiser® y la morfología espermática a través de una tinción con eosina nigrosina.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de este estudio. Las horas poscolecta, 0, 6 y 24 no generaron diferencias significativas en la normalidad espermática. Sin embargo, las muestras valoradas a 24 horas vieron reducida su MP con respecto a las muestras valoradas a 0 y a 6 horas. Aunque hubo una reducción de MP a las 6 con respecto a las 0 horas, esta diferencia no llegó a ser significativa. En el estudio se pudo comprobar que el efecto de las horas postcolecta sobre la MP no fue similar entre toros (García-Paloma, *et al.*, 2020).

Tabla 3. Efecto de las horas poscolecta en que se mantuvo el semen refrigerado a 5°C, sobre la normalidad y sobre la motilidad espermática progresiva

Horas	Normalidad espermática (%)	Motilidad progresiva (%)
0	78,1 [a]	74,9 [a]
6	78,1 [a]	68,9 [a]
24	75,4 [a]	60,7 [b]

Valores con diferente letra en la misma columna, difieren significativamente ($P<0,05$)

A la luz de estos resultados, concluimos que los umbrales propuestos de normalidad espermática para el semen valorado poscolecta según el protocolo 1 se pueden aplicar también a las muestras de semen que se hayan mantenido en refrigeración hasta 24 horas. Sin embargo, respecto a la MP como consecuencia de que no todos los toros responden por igual al efecto de las horas de refrigeración, no vemos factible la posibilidad de establecer un criterio de corrección que nos permita transformar sus valores a los que corresponderían al semen valorado poscolecta. No obstante a sabiendas de perder precisión a la hora de valorar la MP, proponemos una alternativa para valorar el semen que se ha mantenido en refrigeración basándonos en el siguiente razonamiento.

Como ya fue comentado, el sistema SFT propone un umbral del 30% frente al 60% de los sistemas WCABP y BCVA para considerar un semen Apto por su MP cuando la valoración se hace poscolecta, sin embargo, el nivel de exigencia respecto a la normalidad espermática es más alto y coincidente entre los tres sistemas, 70%. El sistema SFT justifica el menor peso que da a la MP en la valoración seminal, asumiendo la dificultad para controlar los factores que pueden incidir negativamente sobre este parámetro cuando el semen se valora en campo. Entre otros factores cita: la precariedad de los equipos y del entorno donde se instalan, muchas veces a la intemperie, la dificultad para mantener la temperatura del semen, los medios y el material de trabajo en torno a 37°C desde la colecta hasta la valoración, así como el tiempo transcurrido entre ambos momentos.

Partiendo de los supuestos que el protocolo 2 se aplique con uniformidad de criterio, que la mayor parte de los factores antes mencionados no van a incidir sobre la MP y que este parámetro solamente será afectado por las horas de refrigeración, proponemos al igual que el sistema SFT dar menos peso a la MP y basar la valoración seminal en la normalidad espermática.

Así y con independencia de las horas de refrigeración, proponemos que las muestras de semen valoradas con el protocolo 2 tengan al menos una MP ≥30%, y que la calidad seminal de la muestra coincida con la categoría de normalidad espermática según los umbrales establecidos para el semen valorado poscolecta.

Continuar leyendo el capítulo…

TEXTO LEGAL **POLÍTICA DE PRIVACIDAD**

Funciona gracias a WordPress



3. VALORACIÓN DE COMPORTAMIENTO

José A. García-Paloma[1], Susana Astiz Blanco[2]

[1] Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Grupo NySA, Asturias [2] Departamento de Reproducción Animal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid.

De las cuatro valoraciones que conforman la metodología BBSE, la valoración de Comportamiento no suele contemplarse en los sistemas de referencia WCABP, SFT y BCVA (Barth, 2013; Koziol and Armstrong, 2018; Penny, 2018). Este hecho se justifica entre otras razones, por su coste, por la falta de infraestructura y de vacas en los lugares donde los toros se valoran y por la garantía que se quiere transmitir respecto a las enfermedades de transmisión venéreas cuando los toros valorados se destinan a la venta. No obstante, estos sistemas BBSE reflejan en sus informes que la valoración de Comportamiento no ha sido realizada y recomiendan a los ganaderos que observen detenidamente al toro durante las primeras semanas del período de cubrición, especialmente si son vírgenes (Schrag and Larson, 2016). El seguimiento de esta recomendación permitiría una detección temprana de problemas relacionados con la funcionalidad reproductiva del toro, pero no cabe duda, que su valoración mediante pruebas de comportamiento antes del inicio del período de cubrición, sería mucho más eficiente.

En España la aplicación de la metodología BBSE tiene un escenario muy parecido al arriba descrito y son muy escasas las valoraciones que se hacen de comportamiento. Sin embargo, de cara a la guía que presentamos, nos parece de interés abordar las dos pruebas de comportamiento más habituales, la Habilidad copulatoria (HC) y la Capacidad de servicio (CS), de manera que profesionales veterinarios y ganaderos tengan unas pautas de actuación cuando decidan llevarlas a cabo.

3.1. Prueba de habilidad copulatoria

El objetivo de la prueba de HC es la detección de anomalías anatómicas o funcionales que puedan limitar la capacidad del toro para realizar la cubrición o el servicio. Aunque el mayor interés se centre en los toros vírgenes y en aquellos con historial reproductivo desconocido, esta prueba debería realizarse anualmente en todos los toros de una ganadería con el fin de detectar anomalías que pudieran haberse adquirido durante la temporada de cubrición.

Procedimiento. La prueba se realiza sobre una vaca inmovilizada sin estro, ya que como sucede en los centros de inseminación artificial, la inmovilización es suficiente para que los toros se estimulen y despliegue la cadena de reflejos conducentes a la cubrición (Chenoweth *et al.*, 1979; Wallach and Price, 1988). En la Figura 1 se muestra gráficamente un tipo de brete de inmovilización utilizado en Canadá (Barth, 2013). En centímetros, largo 90 y ancho 56 como medidas interiores, poste alto 120 y poste bajo 90. El frente exterior del brete en forma de V tiene por objeto darle estabilidad e impedir que el toro pueda dañar a la vaca con montas mal orientadas por su parte delantera. La vaca se escogerá atendiendo a sus buenas cualidades de aplomos, temperamento, condición corporal y peso (> 75% del peso del toro a valorar). Adicionalmente y con el fin de perturbar lo menos posible su bienestar, se le aplicará un lubricante obstétrico (30-50 ml) en vagina y zona perivulvar, así como una ligera sedación (0,03 a 0,05 mg de xilacina/kg PV vía IM). Lo esperable es que con una misma vaca se pueden valorar todos los toros de una ganadería, aunque conviene tener una vaca de reserva por si llegara a mostrar signos de fatiga o de estrés.

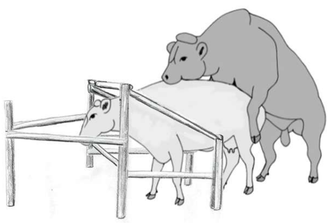


Figura 1. Brete de inmovilización

Dado que la habilidad copulatoria es un atributo que requiere de una fase de aprendizaje (Boyd and Corah, 1988) y que se orienta tanto a toros vírgenes como a toros experimentados, no se contempla un tiempo de duración. No obstante, con el fin de abreviar la prueba, se recomienda implementar un estímulo visual a los toros. Para ello, todos los toros se colocarán de tal manera que puedan observar las evoluciones del toro que está realizando la prueba y se establecerá un orden que comenzará por el toro más experimentado y concluirá con el más joven e inexperto. Cuando no se pueda realizar este estímulo visual, el empleo de una vaca en celo y a su vez inmovilizada, podría también considerarse.

3.2. Prueba de capacidad de servicio

En Australia, el sistema ACV incorpora la prueba de CS en la metodología BBSE y la integra con el resto de las valoraciones en un procedimiento consensuado para todo el país (Fordyce, *et al.*, 2006). Por otro lado, en Argentina es muy común la utilización de la prueba de CS en la valoración de la ApR de los toros, aunque generalmente no se acompaña de la valoración seminal (Acuña, 2008).

La prueba de CS fue ideada por Blockey (1976a) en Australia con la finalidad de predecir a través del número de cubriciones realizadas por un toro, su comportamiento reproductivo durante el período de cubrición. En una prueba de 60 minutos de duración se trataba de simular el sistema más habitual de manejo reproductivo, el que emplea varios toros en un mismo lote de cubrición, por ello, se ponían a competir 4-5 toros sobre un número menor de vacas inmovilizadas. Con este diseño de prueba, se llegaron a contabilizar hasta 19 cubriciones de un mismo toro (Blockey, 1976b). El protocolo de la prueba ha cambiado bastante desde sus orígenes y se ha simplificado para reducir el riesgo de peleas entre toros y el estrés causado a las vacas por el excesivo número de cubriciones recibidas. La duración actual de la prueba es de 10-20 minutos, el número de toros:vacas es de 2:2 (Price and Wallach, 1991), y el número de cubriciones requeridas para dar por valorado un toro se ha reducido a una o dos (Entwistle and Fordyce, 2003; Acuña, 2019).

Tras la reducción en la duración de la prueba, la probabilidad de que un toro realice al menos un servicio, está muy relacionada con su libido y en mayor medida, con su experiencia reproductiva. Por esta razón, la prueba de CS está pensada más bien para toros experimentados y menos para toros vírgenes. A continuación, se describen varios protocolos de CS adaptados de la bibliografía consultada, pensando que pueden ser los más idóneos para la diversidad de las ganaderías de nuestro país.

Procedimiento. Sobre dos vacas inmovilizadas, con unas características similares a las descritas en el protocolo de HC y separadas entre sí 7-8 metros, se valoran dos toros durante un tiempo máximo de 10-20 minutos. Si durante la prueba un toro alcanza el umbral de servicios fijado para toros de CS Alta, se saca del corral de prueba y se introduce otro.

Criterio de valoración

En la Tabla 1, se presentan los criterios para valorar la CS en pruebas de tiempo reducido.

Tabla 1. Prueba de Capacidad de servicio. Duración y umbrales establecidos para su interpretación

	Número de servicios			
Minutos	CS Alta	CS Media	CS Baja	Referencia
10´	≥ 3	2	≤ 1	Beggs (2013)
20´	1 (<10´)	1 (≥10´)	0 (20´)	Toros experimentados. (Acuña, 2019)
20´	2 (<10´)	2 (≥10´)	0-1 (20´)	Toros vírgenes. (Acuña, 2019)

En la metodología australiana la duración de la prueba es de 10 minutos, iniciándose en el momento que el toro realiza su primera cubrición (Beggs, 2013).

En la metodología argentina la prueba tiene una duración de 20 minutos y en la modalidad para toros experimentados, la prueba comienza cuando el toro entra en el corral de la prueba. En este caso, dado que el número de servicios necesario para valorar un toro es uno, si éste se concreta antes de los 10 minutos, el toro se valora con Alta CS. En la modalidad para toros vírgenes dada su inexperiencia, la prueba comienza cuando el toro realiza su primer servicio y se contabiliza el tiempo transcurrido entre éste y el segundo (Acuña, 2019).

Para que la prueba pueda expresar su potencial de predicción ha de ser realizada por personal muy experimentado y con la aplicación del estímulo visual tal como fue planteado en la prueba de HC. Con el fin de reducir el riesgo de peleas entre toros durante la prueba, se aconseja que todos hayan convivido antes en un espacio común para que acudan a la misma con la jerarquía ya establecida. Además, se aconseja valorar conjuntamente toros lo más parecidos en veteranía, edad y peso.

Los toros de Alta-Media CS muestran mayor interés por detectar vacas en celo, realizan más cubriciones por vaca, y consiguen un mayor porcentaje de preñez que los toros de Baja CS (Blockey, 1976b; Lunstra, 1980; Holroyd *et al.*, 2002). Blockey (1989), comparando toros de Baja, Media y Alta CS, obtuvo mayores diferencias en los porcentajes de fertilidad en las primeras tres semanas de cubrición (25%, 61%, y 72%, respectivamente) que cuando analizó el porcentaje de preñez alcanzado durante el período completo de cubrición de 10 semanas (40%, 91% y 95%, respectivamente). En ganaderías con períodos cortos de cubrición de tres meses, una sola fecha de destete y una alta exigencia reproductiva (1 toro:50 vacas) en cubrición generalmente grupal, el empleo de toros con Alta CS no solamente permite alcanzar cotas altas de preñez y un alto porcentaje de terneros nacidos en el primer tercio del período de partos, sino que también incide positivamente en su rentabilidad por la mayor edad y peso de los terneros en el momento del destete (Lesmeister *et al.*, 1973; García-Paloma *et al.*, 1992). La valoración de la CS lleva implícita la valoración de la libido, por lo que esta prueba se considera muy útil cuando se van a elegir varios toros para un mismo lote de cubrición. Los toros de un mismo lote deberían ser lo más parecidos en veteranía y CS, es decir, jerárquicamente inestables al no hacer coincidir un toro dominante con toros dominados (Godfrey and Lunstra, 1989).

Quizás, para una etapa inicial en la aplicación de las pruebas de Comportamiento, como es el caso de nuestro país y donde muchas veces no se podrá aplicar el estímulo visual por ser reducido el número de toros a valorar, nos parece que la metodología de Acuña (2019) para valorar la CS de toros vírgenes, es la más aconsejable para valorar los toros experimentados.

Finalmente, y dada la heredabilidad media-alta de la CS (0,59; Blockey, 1978), pensamos que no sería necesario realizar anualmente esta valoración en todos los toros de una ganadería. Los toros se valorarían una sola vez, preferiblemente ya experimentados antes de su segundo año de cubrición, y solamente aquéllos con una CS Baja volverían a pasar la prueba al año siguiente.

Continuar leyendo el capítulo…

LA GUÍA VART

PROPUESTA PARA ESTANDARIZAR LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS EN ESPAÑA



4. Aptitud reproductiva y su aplicación práctica

4.1. Asignación de la aptitud reproductiva en el toro

La ApR de un toro se interpreta como un análisis cualitativo de las características de la metodología BBSE y pretende, no solamente determinar si un toro es apto o no para realizar su labor como semental, sino también orientar de una manera más eficiente su manejo durante el periodo de calificación. En este mismo sentido conceptual un toro Apto o funcional desde el punto de vista reproductivo es aquél, en el que se comprueba, tanto la ausencia de enfermedades, de anomalías físicas y/o anatómicas y de características no deseables que puedan ser transmitidos a su descendencia, como la constatación de una buena libido y de unos parámetros de calidad seminal compatibles con una fertilidad adecuada.

Considerando que no todas las valoraciones contempladas en la metodología BBSE son siempre requeridas en la valoración de la ApR de un toro, es importante señalar que su carácter predictivo de funcionalidad reproductiva estará en relación directa al número de valoraciones realizadas. Cinco son las posibles categorías de ApR que se proponen a la hora de evaluar un toro, pero en todos los casos, se tendrá muy en cuenta que la categoría asignada lo será solamente en relación a las valoraciones que se constatan en el informe de valoración.

No Apto. Se asigna al toro que en alguna de las valoraciones realizadas ha sido calificado con esta misma categoría.

Aceptable. El toro calificado con esta categoría no ha llegado a cumplir por poco margen los requisitos exigidos para la categoría Apto en alguna de las valoraciones realizadas. Son toros que se consideran válidos como semen[tales, pero con alguna restricción. Por ejemplo, toros con categoría Aceptable](#) serían los que tienen un defecto grave de aplomo que no compromete su habilidad copulatoria, o aquellos con CE ≥ un parámetro seminal por debajo del umbral de Apto. Estos toros tendrán la restricción de no dejar descendencia para reposición si los defectos detectados son heredables, o la limitación de utilizarse en condiciones de baja exigencia reproductiva para los otros dos casos.

Apto. Se aplica esta categoría a los toros que en todas las valoraciones realizadas han superado los criterios establecidos.

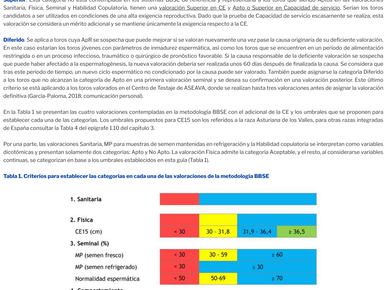
Superior. Esta categoría no está contemplada en los sistemas BBSE de referencia y representaría a los toros que siendo Aptos en las valoraciones Sanitaria, Física, Seminal y Habilidad Copulatoria, tienen una valoración Superior en CE y Apto o Superior en Capacidad de servicio. Serían los toros candidatos a ser utilizados en condiciones de una alta exigencia reproductiva. Dado que la prueba de Capacidad de servicio escasamente se realiza, esta valoración se considera un mérito adicional y se mantiene únicamente la exigencia respecto a la CE.

Diferido. Se aplica a toros cuya ApR se sospecha que puede mejorar si se valoran nuevamente una vez pase la causa originaria de su deficiente valoración. En este caso estarían los toros jóvenes con parámetros de limitador seminal esperables, así como los toros que se encuentren en un periodo de alimentación restringida o en un proceso infeccioso, traumático o quirúrgico de pronóstico favorable. Si la causa responsable de la deficiente valoración se sospecha que puede tener afectado a la capacidad reproductiva de forma valoración deberá ser realizada unos 60 días después de finalizada la causa. Se considera que tras este periodo de tiempo, un nuevo ciclo espermático no condicionado por la causa puede ser valorado. También puede asignarse la categoría Diferido a los primeros semenes que se recojan en una primera valoración seminal y se desea su confirmación en una valoración posterior. Este último criterio se está aplicando en los reconocimientos en el Centro de Testaje de ASEAVA, donde se realizan hasta tres valoraciones antes de asignar la valoración definitiva (García-Paloma, 2018; comunicación personal).

En la Tabla 1 se presentan las cuatro valoraciones contempladas en la metodología BBSE con el adicional de la CE y los umbrales que se proponen para establecer cada una de las categorías. Los umbrales propuestos para CE15 son los referidos a la raza Asturiana de los Valles, para otras razas integradas de España consultar la Tabla 4 del epígrafe 1.10 del capítulo 3.

Por una parte, las valoraciones Sanitaria, MP para muestras de semen mantenidas en refrigeración y la Habilidad copulatoria se interpretan como variables dicotómicas y presentan solamente dos categorías: Apto y No Apto. La valoración Física además la categoría Aceptable, y el resto, al considerarse variables continuas, se categorizan en base a los umbrales establecidos en esta guía (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios para establecer las categorías en cada una de las valoraciones de la metodología BBSE



4.2. Aptitud reproductiva del toro y su aplicación en la práctica ganadera

Para orientar el manejo reproductivo de un toro en función de su categoría de ApR nos basaremos en el concepto "exigencia reproductiva" (ER). Le ER a la que se puede ver sometido un toro durante el periodo de cubrición se define como el número de vacas cíclicas que pone el ganadero a su disposición. De una manera más precisa, la ER es el número de vacas que un semental es capaz de cubrir con garantías de éxito durante un periodo de cubrición determinado. Se expresa en vacas/día, vacas/semana o vacas/toro/periodo de cubrición. Se considera que un semental es capaz de cubrir con garantías de éxito un número de vacas en celo/día, de vacas cíclicas/toro o el grado de exigencia reproductiva al que toro se ve sometido.

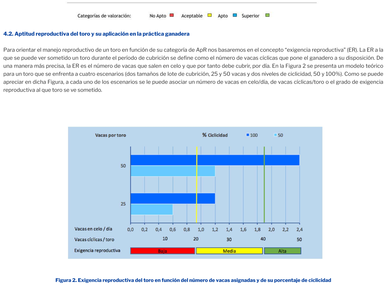


Figura 2. Exigencia reproductiva del toro en función del número de vacas asignadas y de su porcentaje de ciclicidad

Para definir el concepto de Alta ER nos basamos en Entwistle y Forbes (2003) que describen a un toro fértil o Apto, como aquél capaz de preñar el 60% y el 90% de un lote de 50 vacas cíclicas, en las 3 y 9 primeras semanas de cubrición, respectivamente. En estas condiciones, el número medio de vacas en celo por día sería de 2,4 vacas/día (50/21), mientras que el número de cubriciones diarias para llegar a superar la cifra de 3, dado que es frecuente que se den cubriciones repetidas sobre una misma vaca. En ganaderías con unas condiciones óptimas de sanidad y de alimentación, al coincidir el periodo de cubrición de la mayor parte de los rebaños con el cuarto trimestre, la puesta en práctica de la Alta exigencia reproductiva (toro/vacas, 150) se confirma en la práctica como una opción de gran eficiencia productiva (Carrillo, 1988; Acuña, 2008; Diskin and Kenny, 2014). Este objetivo se puede alcanzar trabajando con toros previamente valorados por su ApR en modalidad de cubrición simple o grupal, es decir, con uno o varios toros en una misma tolva de cubrición. No obstante, en previsión de que las condiciones ideales antes mencionadas no se alcancen, y de que un alto número de cubriciones aumenta el riesgo de que un toro se lesione, consideraremos preferible el uso proporción toro/vacas más conservadora de, por ejemplo, 1 toro/grupo de 40 vacas, que es la propuesta por Fernández-Abella (2013) y Bartolomé (2013).

La Alta ER es más eficiente en la modalidad de cubrición simple cuando nos encontramos ante un toro con alto mérito genético, al tener este asegurada su descendencia. No obstante, para que esta opción sea exitosa se deberán contemplar entre otros requisitos, además del entorno sanitario y nutricional óptimos, que el toro tuviera una categoría Apto de ApR, aunque sería preferible la categoría Superior. También es recomendable que la superficie de pastoreo no sea demasiado amplia, extensa o tener obstáculos distantes que puedan limitar la capacidad del toro para detectar las vacas en celo, al darse la posibilidad de formarse más de un grupo sexualmente activo. Finalmente, es recomendable que se supervise el toro frecuentemente, para la pronta detección de cualquier lesión que limite su funcionalidad reproductiva.

En la modalidad de cubrición grupal también se ha de tener presente una serie de consideraciones para que la opción de Alta ER sea exitosa. Además de los requerimientos sanitario, nutricional y de categoría de ApR del modelo anterior, es conveniente conocer la CS de los toros y la formación de los lotes de cubrición con toros similares en CS y en veteranía. Por la posibilidad de que uno de los toros se lesione y ponga en riesgo la eficiencia reproductiva del grupo es siempre preferible la combinación (3/120) frente a (2/80).

Para definir el rango de ER Media propuesto para esta guía (20-40 vacas cíclicas por toro), nos hemos basado en la recomendación más habitual que se hace para las ganaderías extensivas de producción de carne. Esta es 25-30 vacas por toro mayor de 2 años (Kozicl y Armstrong, 2018), donde no se menciona la conveniencia de tener previamente evaluados los toros por su ApR. Los resultados que debieran reunir los toros que se someten a una ER Media, además de tener un categoría de ApR de Aptos, serían parecidos a los de ER Alta en la medida que nos acerquemos a la parte alta del rango.

Finalmente, la categoría de Baja ER la definimos en esta guía para aquellas ganaderías que se sitúan por debajo de las 20 vacas cíclicas por toro. Es esta una circunstancia que representa a muchas de nuestras ganaderías extensivas como son las de nuestros pastos agrupados y/o de poseer una excesiva parcelación que condiciona el número de vacas que el ganadero puede asignar a cada toro. Para este nivel de ER los toros valorados con la categoría Aceptable de ApR serían válidos como sementales.

Las consideraciones aquí expuestas sobre la ER de los toros reflejan la infrautilización que se hace de los mismos en muchas de nuestras ganaderías y lo lejos que nos encontramos de utilizarlos eficientemente durante su periodo de cubrición.

En esta guía se establecen por primera vez una interrelación entre las tres categorías de exigencia reproductiva: Alta, Media y Baja y las tres categorías de Aptitud reproductiva de los toros que se consideran válidos como reproductores: Superior, Apto y Aceptable. Pensamos que la consideración de ambos conceptos puede contribuir a orientar el manejo reproductivo de los toros durante el periodo de cubrición, aunque también entendemos que las expectativas que se puedan crear con esta forma de proceder deben ser confirmadas durante y al final de la época de servicio.

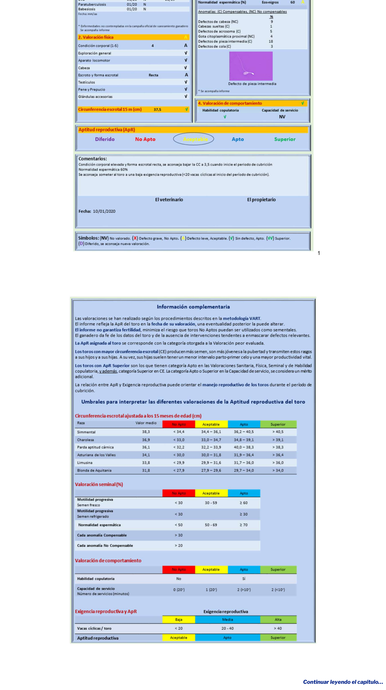
4.3. El informe de Aptitud reproductiva

Consideramos recomendable el diseño de una aplicación informática que cubra los datos recogidos del toro y emita el correspondiente informe adaptado al escenario para el que se demande, bien para un Centro de Testaje de una asociación de ganaderos, para un certamen de subasta o para el control reproductivo y sanitario de una ganadería. Según el caso, las valoraciones que se hagan a un toro pueden variar, sin embargo, los procedimientos y los criterios para interpretar cada una de ellas deberían estar consensuados en todo el territorio nacional. La guía VART que presentamos debe considerarse como una propuesta. Estamos convencidos de que una metodología de referencia puede contribuir a armonizar el trabajo de los profesionales veterinarios que se dedican a esta actividad, a la emisión de informes más objetivos y a generar una expectativa de utilidad que impulse su demanda en las ganaderías como estrategia para mejorar sus niveles de eficiencia económica.

En el informe se presenta cada una de las valoraciones contempladas en la metodología VART: Sanitaria, Física, Seminal y Comportamiento, así como la categoría de ApR asignada al toro. Se acompaña con un apartado de Comentarios para destacar los aspectos más relevantes y con una nota explicativa en el reverso, donde se aporta información sobre el alcance del informe, así como sobre los criterios utilizados para interpretar cada una de las valoraciones.

A continuación se presenta un modelo de informe de ApR donde quedan reflejadas las valoraciones con sus diferentes elementos siguiendo la metodología descrita en esta guía y en el que se incorpora una aporta información sobre el alcance de la valoración realizada. Cada uno de los elementos se valora con categorías o símbolos para facilitar su interpretación. El informe modelo representa el caso de un toro evaluado en su ganadería como parte del programa sanitario y reproductivo general.

En el Anexo se presenta el mismo modelo de informe pero sin datos.



1



Continuar leyendo el capítulo...

5. Conclusiones

La propuesta que aquí se hace para valorar la Aptitud reproductiva (ApR) del toro de monta natural, tiene el doble propósito de, por una parte, proponer una primera guía de referencia y por otra, impulsar el debate entre todos los actores implicados con el fin de consensuar los protocolos y los criterios utilizados para la interpretación de las cuatro valoraciones que se contemplan en esta metodología: Sanitaria, Física, Seminal y de Comportamiento.

Como novedades frente a otras guías de referencia se puede destacar: la descripción detallada de las principales enfermedades reproductivas donde se enfatizan los procedimientos de diagnóstico junto a las estrategias para su control, y la incorporación de la técnica ecográfica como contribución al diagnóstico y al pronóstico más preciso de las patologías y lesiones que se pueden detectar durante la exploración clínica.

Las valoraciones necesarias para determinar si un toro es Apto como semental estarán en función del escenario donde se encuentre. En los casos de las transacciones comerciales, las valoraciones contempladas en el informe de ApR deberían ser consensuadas, y en el caso de la valoración sanitaria con la participación de las autoridades sanitarias para la concreción de las enfermedades a controlar. Sin embargo, cuando el toro se evalúa a nivel de ganadería, las valoraciones serían propuestas por el profesional veterinario e integradas en el programa sanitario y reproductivo general de la explotación.

La metodología que se propone en esta guía no solamente pretende determinar si un toro es Apto o No Apto para ejercer su función como semental, sino que aporta elementos de juicio para lograr un manejo más eficiente durante la época de cubrición.

Finalmente, consideramos que el ordenamiento de esta actividad puede contribuir a que la valoración de la ApR del toro se afiance como una estrategia que permita mejorar la eficiencia productiva y económica en las ganaderías de vacuno extensivo de nuestro país.

Continuar leyendo el capítulo...

6. Agradecimientos

Trabajo financiado por el Principado de Asturias, PCTI 2018–2020 (GRUPIN: IDI2018-000237) y FEDER.

Nuestro agradecimiento a las asociaciones de ganaderos de las razas Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña por su apoyo e implicación en los trabajos que han permitido el desarrollo de una parte del contenido conceptual y práctico de esta guía.

Continuar leyendo el capítulo...

7. Bibliografía

Acuña, C.M. 2008. Examen de fertilidad en toros. www.produccion-animal.com.ar. 9 p.

Acuña, C.M. 2019. Evaluación reproductiva de 61.864 toros de razas para carne en la pampa húmeda. Taurus 21:15-19.

Aitken, R.J. 2000. Possible redox regulation of sperm motility activation. Journal of Andrology 21: 491-496.

Barth, A.D. and Oko, R.J. 1989. Abnormal morphology of bovine spernatozoa. Iowa State University Press, Ames, IA. 294 p.

Barth, A.D., Cates, W.F. and Harland, R.J. 1995. The effect of amount of body-fat and loss of fat on breeding soundness classification of beef bulls. Can Vet J 36: 758-764.

Barth, A.D. 2000. Bull Breeding Soundness Evaluation. 2th ed. The Western Canadian Association of Bovine Practitioners, Alberta, Canada, 75 p.

Barth, A.D. and Waldner, C.L. 2002. Factors affecting breeding soundness classification of beef bulls examined at the Western College of Veterinary Medicine. Can Vet J 43: 274-284.

Barth, A.D. 2013. Bull breeding soundness. 3rd edition. Western Canadian Association of Bovine Practitioners, Saskatchewan, Canada, 163 p.

Beggs, D.S. 2013. Veterinary bull breeding soundness evaluation. Australian Cattle Veterinarians, Queensland, Australia, 106 p.

Blockey, M.A. 1976a. Serving capacity – A measure of the serving efficiency of bulls during pasture mating. Theriogenolgy 6: 393-401.

Blockey, M.A. 1976b. Sexual behaviour of bulls at pasture: A review. Theriogenolgy 6: 387-392.

Blockey, M.A. 1978. Heritability of serving capacity and scrotal circumference in beef bulls. J Anim Sci 47 (Suppl. 1): 253

Blockey, M.A. 1989. Relationship between serving capacity of beef bulls as predicted by the yard test and their fertility during paddock mating. Aust Vet J 66: 348-351.

Bourdon, R.M. and Brinks, J.S. 1986. Scrotal circumference in yearling hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. J Anim Sci 62: 958-967.

Boyd, G.W. and Corah, L.R. 1988. Effect of sire and sexual experience on serving capacity of yearling beef bulls. Theriogenology 29: 779-790.

Brito, L.F., Silva, A.E., Unanian, M.M., Dode, M.A., Barbosa, R.T. and Kastelic, J.P. 2004. Sexual development in early- and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* × *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. Theriogenology 62: 1198-1217.

Carrillo, J. 1988. Manejo de un rodeo de cría. Primera ed. Editorial Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina. 194 p.

Cates, W.F. 1981. Testicular develpment in record of performance bulls. Proc Annu Mtg Soc Theriogenology: 16-30.

Chenoweth, P.J. 1981. Libido and mating-behavior in bulls, boars and rams. A review. Theriogenolgy 16: 155-177.

Coe, P.H. 1999. Associations among age, scrotal circumference, and proportion of morphologically normal spermatozoa in young beef bulls during an initial breeding soundness examination. J Am Vet Med Assoc 214: 1664-1667.

Collantes-Fernández, E., Ortega-Mora, L.M., García-Paloma, J.A. 2016. Aptitud reproductiva en toros de monta natural. I. Valoración sanitaria. Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España. Boletín ANEMBE 114. 32 – 43.

Coulter, G.H., Mapletoft, R.J., Kozub, G.C. and Cates, W. F. 1987. Scrotal circumference of two year old bulls of several beef breeds. Theriogenology 27: 485-491.

Diskin, M.G. and Kenny D.A. 2014. Optimising reproductive performance of beef cows and replacement heifers. Animal 8: 27-39.

Chenoweth, J.S., Brinks, J.S. and Nett, T.M. 1979. A comparison of three methods of assessing sex-drive in yearling beef bulls and relationships with testosterone and LH levels. Theriogenology 12: 223-233.

Entwistle, K. and Fordyce, G. 2003. Evaluating and Reporting Bull Fertility. 1st ed. Australian Cattle Vets, Queensland, 98 p.

Etson, C.J., Waldner, C.L. and Barth, A.D. 2004. Evaluation of a segmented rectal probe and caudal epidural anesthesia for electroejaculation of bulls. Canadian Veterinary Journal-revue Veterinaire Canadienne. 45: 235-240.

Falk, A.J., Waldner, C.L., Cotter, B.S., Gudmundson, J. and Barth, A.D. 2001. Effects of epidural lidocaine anesthesia on bulls during electroejaculation. Canadian Veterinary Journal – Revue Veterinaire Canadienne 42: 116-120.

Fordyce, G., Entwistle, K., Norman, S., Perry, V., Gardiner, B. and Fordyce, P. 2006. Standardising bull breeding soundness evaluations and reporting in Australia. Theriogenology 66: 1140-1148.

García-Paloma, J.A. 1984. Comportamiento sexual del toro. Pruebas de valoración reproductiva y rendimiento productivo posterior. Rev. Arg. Prod. Anim. 4: 707-723.

García-Paloma, J.A., Alberio, R., Miquel, M.C. and Grondona, M.O. 1992. Effect of calving date on lifetime productivity of cows in a winter-calving Aberdeen Angus herd. Anim. Prod. 55: 177-184.

García-Paloma, J.A. 2015. A bull breeding soundness evaluation system with greater emphasis on scrotal circumference. Pesquisa Veterinária Brasileira 35: 817-821.

García-Paloma, J.A. 2016. Se pone en marcha el Grupo de trabajo «Valoración de toros en campo». Boletín Anembe, 112: 22.

García-Paloma, J.A., Pérez Garnelo, S., Montoya Monsalve, G. y Astiz Blanco, S. 2017. Aptitud reproductiva en toros de monta natural. II. Valoración física, colecta y valoración seminal. Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España. Boletín Anembe 115: 17-36.

García-Paloma J.A., Collantes-Fernández. E., Gnemmi, G., Astiz Blanco, S. and Pérez-Garnelo, S. 2021. Standardization of bull breeding soundness evaluation in Spain, the VART guide. World Buiatrics Congress. (Abstract en evaluación).

Godfrey, R.W. and Lunstra, D.D. 1989. Influence of single or multiple sires and serving capacity on mating behavior of beef bulls. J Anim Sci 67: 2897-2903.

Hoflack, G., Opsomer, G. and Maes, D. 2006. Assessing bull fertility: The breeding soundness evaluation. Vlaams Diergen Tijds 75: 216-227.

Holroyd, R.G., Doogan, W. and De Faveri, J.E.A. 2002. Bull selection and use in northern Australia. 4. Calf output and predictors of fertility of bulls in multiple-sire herds. Anim Reprod Sci 71: 67-79.

Hopkins, F.M. and Spitzer, J.C. 1997. The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. Vet Clin N Am-Food Anim Pract 13: 283-293.

Irons, P.C., Nothling, J.O. and Bertschinger, H.J. 2007. Bull breeding soundness evaluation in Southern Africa. Theriogenology 68: 842-847.

Kastelic, J.P. 2014. Understanding and evaluating bovine testes. Theriogenology 81: 18-23.

Kastelic, J.P., Thundathil, J.C. and Brito, L.F.C. 2012. Bull BSE and Semen Analysis for Predicting Bull Fertility. In: Proc Soc for Theriogenolgy, Annu Conf, Baltimore, USA. p 277-287 http://www.ivis.org/proceedings/sft/2012/2014.pdf.

Kealey, C.G., MacNeil, M.D. and Tess, M.W. 2006. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. J Anim Sci 84: 283-290.

Kennedy, S.P., Spitzer, J.C., Hopkins, F.M., Higdon, H.L. and Bridges Jr W.C. 2002. Breeding soundness evaluations of 3.648 yearling beef bulls using the 1993 Society for Theriogenology guidelines. Theriogenology 58: 947-961.

Koziol, J.H. and Armstrong, C.L. 2018. Manual for breeding soundness examination of bulls. Second ed. Society for Theriogenology. 146 p.

Lenz, R.W., Kjelland, M.E., VonderHaar, K., Swannack, T.M. and Moreno, J.F. 2011. A comparison of bovine seminal quality assessments using different viewing chambers with a computer-assisted semen analyzer. J Anim Sci 89: 383-388.

Lesmeister, J.L., Burfenin, P.J. and Blackwel, R.L. 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. J Anim Sci 36: 1-6.

Lunstra, D.D. 1980. Evaluation of libido in beef bulls. In: Proc Soc Therio Ann Mtg. p 436-442.

Lunstra, D.D. and Laster, D.B. 1982. Influence of single-sire and multiple-sire mating on pregnancy rate of beef heifers. Theriogenology 18:373-382.

Lunstra, D.D., Gregory, K.E. and Cundiff, L.V. 1988. Heritability estimates and adjustment factors for the effects of bull age and age of dam on yearling testicular size in breeds of bulls. Theriogenology 30: 127-136.

Monke, D.R. 1987. Examination of the bovine scrotum, testicles and epididymides. Part I. Compend Contin Educ Pract Vet 9: 252-255.

Menegassi, S.R.O., Barcellosl, J.O.J., Peripolli, V., Pereirall, P.R.R.X., Borgesl, J.B.S. and Lampertl, V.N. 2011. Measurement of scrotal circumference in beef bulls in Rio Grande do Sul. Arq Bras Med Vet Zootec 63: 87-93.

Moser, D.W., Bertrand, J.K., Benyshek, L.L., McCann, M.A. and Kiser, T.E. 1996. Effects of selection for scrotal circumference in Limousin bulls on reproductive and growth traits of progeny. J Anim Sci 74: 2052-2057.

Mosure, W., Meyer, R., Gudmundson, J. and Barth, A.D. 1998. Evaluation of possible methods to reduce pain associated with electroejaculation in bulls. Can Vet J 39: 1-3.

Nöethling, J.O. and dos Santos, I.P. 2012. Which fields under a coverslip should one assess to estimate sperm motility? Theriogenology 77: 1686-1697.

NSW Government. Australia. Department of Primary Industries. Bull soundness structural. https://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/breeding/bull-selection/structural-soundness.

Palmer, C.W., Brito, L.F.C., Arteaga, A.A., Soderquist, L., Persson, Y. and Barth, A.D. 2005. Comparison of electroejaculation and transrectal massage for semen collection in range and yearling feedlot beef bulls. Anim Reprod Sci 87: 25-31.

Palmer, C.W. 2005. Welfare aspects of theriogenology: Investigating alternatives to electroejaculation of bulls. Theriogenology 64: 469-479.

Penny, C. 2018. Examination of Bulls for Breeding Soundness. An Illustrated Guide. International Bull Fertility Conference – Theory to Practice, Westport, Ireland. 65 p.

Price, E. and Wallach, S.J.R. 1991. Effects of group size and the male to female ratio on the sexual performance and aggressive behavior of bulls in serving capacity tests. J Anim Sci 69: 1034-1040.

Schrag, N. and Larson, R.L. 2016. Yearling Bull Breeding Soundness Examination Special Considerations. Vet Clin N Am-Food Anim Pract 32: 465-478.

Siddiqui, M.A., Bhattacharjee, J., Das, Z.C., Islam, M.M., Islam, M.A., Haque, M.A., Parrish, J.J. and Shamsuddin, M. 2008. Crossbred bull selection for bigger scrotum and shorter age at puberty with potentials for better quality semen. Reprod Domest Anim 43: 74-79.

Smith, B.A., Brinks, J.S. and Richardson, G.V. 1989. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth. J Anim Sci 67: 2881-2885.

Sylla, L., Palombi, C., Stradaioli, G., Vagniluca, A. and Monaci, M. 2015. Effect of semen collection by transrectal massage of accessory sexual glands or artificial vagina on the outcome of breeding soundness examinations of Italian yearling beef bulls. Theriogenology 83: 779-785.

The Scottish Agricultural Colleges. 1984. Condition scoring suckler cows, Edinburgh. Publication No. 129, 7 p.

Waldner, C.L., Kennedy, R. I. and Palmer, C. W.2010. A description of the findings from bull breeding soundness evaluations and their association with pregnancy outcomes in a study of western Canadian beef herds. Theriogenology 74: 871-883.

Wallach, S.F.R. and Price, E.O. 1988. Bulls fail to show preference for estrous females in serving capacity tests. J Anim Sci 66: 1174-1178.

Continuar leyendo el capítulo…

8. Anexo

INFORME DE APTITUD REPRODUCTIVA DEL TORO (Metodología VART)

Propietario:
Veterinario:

Datos del toro:

Motivo de la valoración: Comprado - Control reproductivo - Toro "Problema" - Compra/Venta - Centro de Testaje - Otro:

1. Valoración sanitaria*

Enfermedad	Diagnóstico	Vacunación

Fecha: mm/aa

* Enfermedades no contempladas en la campaña oficial de saneamiento ganadero
Se acompaña informe

2. Valoración física

Condición corporal (1-5)
Exploración general
Aparato locomotor
Cabeza
Escroto y forma escrotal
Testículos
Pene y Prepucio
Glándulas accesorias

Circunferencia escrotal 15 m (cm)

3. Valoración seminal*

Método de colecta
Erección
Motilidad masal horas (1-5)
Motilidad progresiva horas (%)
Normalidad espermática (%)

Anomalías: (C) Compensables, (NC) No compensables
%
Defectos de cabeza (NC)
Cabezas sueltas (C)
Defectos de acrosoma (C)
Gota citoplasmática proximal (NC)
Defectos de pieza intermedia (C)
Defectos de cola (C)

* Se acompaña informe

4. Valoración de comportamiento

Habilidad copulatoria	Capacidad de servicio

Aptitud reproductiva (ApR)

Diferido | No Apto | Aceptable | Apto | Superior

Comentarios:

El veterinario | El propietario

Fecha:

Símbolos: (NV) No valorado. (X) Defecto grave, No Apto. (A) Defecto leve, Aceptable. (V) Sin defecto, Apto. (VV) Superior. (D) Diferido, se aconseja nueva valoración.

1

Información complementaria

Las valoraciones se han realizado según los procedimientos descritos en la **metodología VART**.
El informe refleja la ApR del toro en la **fecha de su valoración**, una eventualidad posterior la puede alterar.
El informe no garantiza fertilidad, minimiza el riesgo que toros No Aptos puedan ser utilizados como sementales.
El ganadero da fe de los datos del toro y de la ausencia de intervenciones tendentes a enmascarar defectos relevantes.

La ApR asignada al toro se corresponde con la categoría otorgada a la Valoración peor evaluada.

Los toros con mayor circunferencia escrotal (CE) producen más semen, son más jóvenes a la pubertad y transmiten estos rasgos a sus hijos y a sus hijas. A su vez, sus hijas suelen tener un menor intervalo parto-primer celo y una mayor productividad vital.

Los toros con ApR Superior son los que tienen categoría Apto en las Valoraciones Sanitaria, Física, Seminal y de Habilidad copulatoria, y además, categoría Superior en CE. La categoría Apto o Superior en la Capacidad de servicio, se considera un mérito adicional.

La relación entre ApR y Exigencia reproductiva puede orientar el **manejo reproductivo de los toros** durante el período de cubrición.

Umbrales para interpretar las diferentes valoraciones de la Aptitud reproductiva del toro

Circunferencia escrotal ajustada a los 15 meses de edad (cm)

Raza	Valor medio	No Apto	Aceptable	Apto	Superior
Simmental	38,3	< 34,4	34,4 – 36,1	36,2 – 40,5	> 40,5
Charolesa	36,9	< 33,0	33,0 – 34,7	34,8 – 39,1	> 39,1
Parda aptitud cárnica	36,1	< 32,2	32,2 – 33,9	40,0 – 38,3	> 38,3
Asturiana de los Valles	34,1	< 30,0	30,0 – 31,8	31,9 – 36,4	> 36,4
Limusina	33,8	< 29,9	29,9 – 31,6	31,7 – 36,0	> 36,0
Blonda de Aquitania	31,8	< 27,9	27,9 – 29,6	29,7 – 34,0	> 34,0

Valoración seminal (%)

	No Apto	Aceptable	Apto
Motilidad progresiva Semen fresco	< 30	30 - 59	≥ 60
Motilidad progresiva Semen refrigerado	< 30		≥ 30
Normalidad espermática	< 50	50 - 69	≥ 70
Cada anomalía Compensable	> 30		
Cada anomalía No Compensable	> 20		

Valoración de comportamiento

	No Apto	Aceptable	Apto	Superior
Habilidad copulatoria	No		Sí	
Capacidad de servicio Número de servicios (minutos)	0 (20')	1 (20')	2 (>10')	2 (<10')

Exigencia reproductiva y ApR

	Exigencia reproductiva		
	Baja	Media	Alta
Vacas cíclicas / toro	< 20	20 - 40	> 40
Aptitud reproductiva	Aceptable	Apto	Superior

Conclusiones

La propuesta que aquí se hace para valorar la Aptitud reproductiva (ApR) del toro de monta natural, tiene el doble propósito de, por una parte, proponer una primera guía de referencia y por otra, impulsar el debate entre todos los actores implicados con el fin de consensuar los protocolos y los criterios utilizados para la interpretación de las cuatro valoraciones que se contemplan en esta metodología: Sanitaria, Física, Seminal y de Comportamiento.

Como novedades frente a otras guías de referencia se puede destacar: la descripción detallada de las principales enfermedades reproductivas donde se enfatizan los procedimientos de diagnóstico junto a las estrategias para su control, y la incorporación de la técnica ecográfica como contribución al diagnóstico y al pronóstico más preciso de las patologías y lesiones que se pueden detectar durante la exploración clínica.

Las valoraciones necesarias para determinar si un toro es Apto como semental estarán en función del escenario donde se encuentre. En los casos de las transacciones comerciales, las valoraciones contempladas en el informe de ApR deberían ser consensuadas, y en el caso de la valoración sanitaria con la participación de las autoridades sanitarias para la concreción de las enfermedades a controlar. Sin embargo, cuando el toro se evalúa a nivel de ganadería, las valoraciones serían propuestas por el profesional veterinario e integradas en el programa sanitario y reproductivo general de la explotación.

La metodología que se propone en esta guía no solamente pretende determinar si un toro es Apto o No Apto para ejercer su función como semental, sino que aporta elementos de juicio para lograr un manejo más eficiente durante la época de cubrición.

Finalmente, consideramos que el ordenamiento de esta actividad puede contribuir a que la valoración de la ApR del toro se afiance como una estrategia que permita mejorar la eficiencia productiva y económica en las ganaderías de vacuno extensivo de nuestro país.

COLABORADORES

Saluvet, Dpto. Sanidad Animal, Universidad Complutense de Madrid	Luis Miguel Ortega-Mora Gema Álvarez-García Roberto Sánchez-Sánchez
MSD Animal Health	Giovanni Montoya Monsalve
Censyra, Colmenar Viejo, Madrid	Agustín Oliet Palá Santiago Moreno Alcalde (IMIDRA, Madrid) * Celia Bartolomé Criado (MSD Animal Health) * Javier Fabián Garro (Junta Castilla y León) * Fernando San Eustaquio Sánchez (Tragsatec) *
Censyra, Badajoz	Andrés Domingo Montes Juan Andrés Bravo Delgado Juan Andrés Bravo Delgado
Centro de Transferencia Agroalimentaria, Movera, Zaragoza	Francisco Quintín Casorran
ITACyL, Valladolid	Juan José García García Mónica Montañés Foz Alberto Benito Díaz
Asociación de ganaderos ASEAVA	Gerardo Noval Camblor Alfonso Villa Terrazas María Fernández Fernández
Asociación de ganaderos ASEAMO	Ángel Rodríguez Castañón
Asociación de ganaderos ARAPARDA	José Manuel Macarulla Pablo Banzo Ferrer
Asociación de ganaderos Bruna Pirineos	Marta Fina Pla
Dpto. Medicina y Cirugía Animal, Universidad Autónoma de Barcelona.	Teresa Rigau Mas
Dpto. Medicina y Cirugía, Universidad de Córdoba	Carlos Pérez Marín
Dpto. Patología Animal, Universidad de Zaragoza	Lydia Gil Huerta
Humeco, Consorcio Mercantil de Huesca	Arantxa Echegaray Nicolás Escartín Isabel Muñoz
Laboratorios Zootecnia, Salamanca	Pablo Iglesias Santiago
Bovinevet International Bovine Ultrasound Services & Herd Management S.L.	Cristina Vittoria Maraboli
Veterinarios especialistas en valoración de la aptitud reproductiva del toro	Carmen Arrobas Domínguez, Badajoz Antonio Benito, Salamanca Aitor Fernández Novo, Madrid Juan Pineda Bosch, Salamanca Luis Quevedo Neira, Cádiz Rubén Prieto Moreno, Ávila Sergio Santos López, Madrid

* (Destino actual)