

ARTÍCULOS ORIGINALES

PROPUESTA PARA ESTANDARIZAR PROTOCOLOS Y CRITERIOS EN LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS DE MONTA NATURAL

José Antonio García-Paloma

SERIDA - Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, Centro de Biotecnología Animal, Camino de Rioseco 1225, La Olla - Deva, 33394 Gijón, Principado de Asturias. e-mail: jagarcia@serida.org.

Existen dos sistemas de referencia para evaluar la aptitud reproductiva de toros de monta natural, los desarrollados por la *Society for Theriogenology* y por la *Western Canadian Association of Bovine Practitioners*. En España, esta metodología está empezando a ser utilizada pero sin un criterio común; por tanto, pensamos que puede ser un buen momento para promover el debate e intentar lograr un consenso sobre la misma. Se describen los protocolos y los criterios utilizados para valorar los tres parámetros de esta metodología, la circunferencia escrotal (CE), la motilidad progresiva y la normalidad espermática. Se utilizaron 454 toros de raza Asturiana de los Valles para comparar los dos sistemas de referencia, y se propuso un sistema alternativo con los criterios más convincentes de ambos y con aportes propios. El sistema propuesto da más relevancia a la CE que los sistemas de referencia, y también puede utilizarse para orientar el manejo reproductivo de los toros en las explotaciones. Cuatro categorías fueron establecidas con los siguientes porcentajes: no apto (8,6%), cuestionable (26,0%), apto (54,2%) y superior (11,2%). Aunque el sistema propuesto se orienta más a los Centros de Testaje, también se presenta una variante "de campo" para que pueda ser aplicado en toros con independencia de su ambiente, raza o edad.

1. INTRODUCCIÓN

La metodología para valorar la aptitud reproductiva de toros de monta natural o "bull breeding soundness" como es conocida internacionalmente, fue desarrollada en Estados Unidos por la *Society for Theriogenology* (SFT) durante los años 80, y tras

ligeros cambios de criterio propuestos por Hopkins y Spitzer (1997), se constituyó en la referencia para todos aquellos países que se interesaron por ella. Su ámbito de aplicación se centra fundamentalmente, en el diagnóstico de la subfertilidad de los toros antes de que inicien su vida reproductiva, y en la emisión de certificados de garantía en operaciones de compraventa. Aunque esta metodología se basa principalmente en la evaluación física y seminal de los toros, también puede verse complementada por otras valoraciones como la sanitaria, genética, o de capacidad de servicio. En este trabajo solamente se abordarán las dos primeras valoraciones, dando por hecho que las otras son satisfactorias.

Respecto a la valoración física, una vez que se comprueba la normalidad de todo aquello que puede comprometer la funcionalidad de los toros como reproductores (vista, aplomos, aparato genital externo e interno), el mayor énfasis se pone en la evaluación de la circunferencia escrotal (CE). Se ha comprobado que la CE tiene una relación positiva con la producción y con la calidad del semen (Coe 1999), negativa con la edad a la pubertad (Smith *et al.* 1989), y está condicionada por la edad y por la raza. La edad no influye de forma constante en el tamaño de la CE, su crecimiento es lento antes de las 25 semanas de edad, es muy rápido durante la fase peripuberal, lento en toros adultos y negativo por senescencia testicular a partir de los 12 años (Kastelic 2014). Los toros de las razas de doble aptitud carne-leche tienen mayor CE que los toros de las razas de aptitud carne, la misma superioridad presentan los toros de las razas con más tamaño y los toros de razas *Bos taurus* frente a los toros de razas *Bos indicus* (Barth 2000, Menegassi *et al.* 2011). Debido a una heredabilidad moderada-alta de la CE (0,41-0,57) (Bourdon y Brinks 1986, Lunstra *et al.* 1988, Kealey *et al.* 2006), y a su relación positiva con la eficiencia reproductiva de los toros y con la de su descendencia (Moser *et al.* 1996, Siddiqui *et al.* 2008), se ha sugerido que una rápida mejora de la CE con sus efectos asociados, puede ser obtenida por selección. Respecto a la calidad seminal, la motilidad espermática progresiva (MOT) y la normalidad de la morfología espermática (NORM) son los parámetros que se valoran. Finalmente, los toros son declarados aptos o no aptos como reproductores, en función de que alcancen o no los umbrales establecidos para cada uno de los tres parámetros mencionados.

Canadá fue el país donde primero se aplicó la metodología desarrollada por la SFT, pero en el transcurso de los años, al surgir algunas desavenencias respecto a los umbrales propuestos, la *Western Canadian Association of Bovine Practitioners* (WCABP), revisó el sistema americano y propuso uno alternativo que a día de hoy es el que se aplica en el país (Barth 2000). Los países que quisieron incorporar esta metodología con posterioridad se encontraron con dos sistemas de referencia, por tanto, tuvieron que definir el suyo propio en un proceso donde todos los agentes implicados fueron convocados (investigadores, veterinarios, asociaciones de ganaderos y Administración). Como ejemplo de esta dinámica de consenso, se destacan las siguientes entidades: *Australian Cattle Vets*, *South African Veterinary Association* y *British Cattle Veterinary Association*, (Fordyce *et al.* 2006, Irons *et al.* 2007, Penny 2009).

En España están surgiendo en los últimos años grupos veterinarios que ofrecen al ganadero la valoración de la aptitud

reproductiva de sus toros, el problema es que lo hacen sin un sistema común de referencia. La discrepancia de criterios entre veterinarios puede acarrear no solamente problemas legales, sino un descrédito hacia esta metodología y un freno a su deseable expansión. En relación a esta inquietud presentamos este trabajo, describimos los dos sistemas SFT y WCABP, analizamos sus diferencias y proponemos un sistema alternativo que pueda ser punto de partida para la definición de una metodología de referencia en España.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos que sustentan este trabajo provienen de 454 toros de la raza Asturiana de los Valles (AV), de genotipo culón, con edades comprendidas entre los 12 y los 15 meses, que fueron valorados por su aptitud reproductiva en el Centro de Testaje de la Asociación de Ganaderos de la raza Asturiana de los Valles (ASEAVA) entre los años 2006 y 2011. Los toros llegaron al Centro de Testaje tras su destete con una edad media de 6 meses y hasta su valoración, recibieron el mismo manejo y dieta. La dieta consistió en paja de cebada a discreción y un consumo medio de 6 kg/día de un pienso con el 15% de proteína bruta y 9 MJ/kg de energía metabolizable sobre materia seca. En el momento de su valoración, los toros promediaron $13,6 \pm 1$ meses, 532 ± 45 kg de peso y una condición corporal de $4,2 \pm 0,4$ sobre una escala de 1 a 5 (Lowman *et al.* 1973).



Figura 1. Detalles una manga adaptada para la colecta de semen

2.1. Valoración física

Antes de ser introducido el toro en una manga con suelo antideslizante y adaptada a la colecta seminal (Figura 1), se comprobó su capacidad visual y su aparato locomotor. Posteriormente ya en la manga y amarrada por la zona metatarsiana la pata coincidente con el lateral de trabajo, se procedió a la valoración de la condición corporal, y a la exploración de su aparato genital externo (prepuccio, pene y testículos) e interno (vesículas seminales, próstata y ampollas del conducto deferente). Tras palpar los testículos se hicieron descender lo más posible en el escroto, y abarcando con una cinta métrica la zona de mayor diámetro, se midió la CE con una precisión de 0,5 cm (Figura 2).

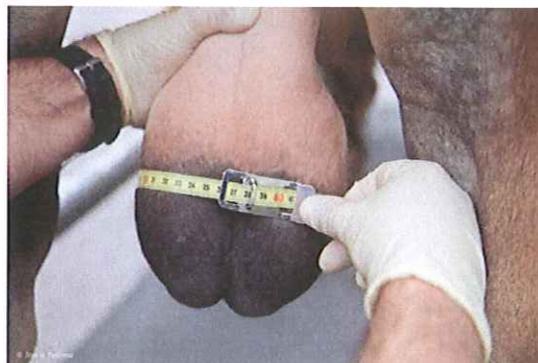


Figura 2. Medición de la circunferencia escrotal

2.2. Valoración seminal

Colecta de semen

Tras cortar el pelo del prepucio, se hizo un lavado prepucial con 100 ml de una solución de CINA al 0,9% y se limpió toda la zona. Para la colecta se utilizó un electroyaculador ElectroJac 5[®] (Ideal Instruments, Lansing, MI, USA), empleando el modo automático de estimulación creciente de 32 pulsos, a través de una sonda rectal de 3 electrodos y 6,5 cm de diámetro. Cuando se observó una ligera turbidez en el semen colectado, el operador controló la intensidad del estímulo para adaptarlo a la respuesta del toro. En los toros donde no se colectó semen, el proceso fue repetido pasados unos tres minutos y cuando el semen obtenido fue de mala calidad, la colecta se repitió hasta dos veces más dejando un intervalo de siete días entre ellas. En la colecta se utilizaron dos vaginas artificiales y por tanto, se obtuvieron dos muestras, la primera coincidente con el inicio de turbidez del semen, y la segunda coincidente con el incremento posterior de su concentración. Las vaginas se diseñaron para permitir que tanto el embudo como el tubo de colecta pudieran ser atemperados con agua a 45-50°C (Figuras 3 y 4). Preparadas las vaginas, se utilizó una funda térmica para que antes y después de la recogida no se produjeran descensos de temperatura en el sistema de colecta. La colecta de semen fue efectiva en el 93,7% de los toros, el pulso medio de estimulación fue 8 ± 3 y la intensidad 7 voltios. En el 19% de las colectas no se pudo visualizar el pene, por lo que el semen fue recogido por goteo a través del prepucio.



Figura 3. Detalle de la vagina colectora

Tabla 1. Estimación de la concentración espermática en semen de toro ($\times 10^6$ espermatozoides/ml) y pautas de dilución para su posterior valoración

Apreciación de la muestra		Concentración estimada	μ l Semen: μ l Diluyente	
En el tubo de colecta	En gota pendiente		Dilución 1 500x10 ⁶	Dilución 2 60 x10 ⁶
Acuosa	Baja densidad espermática	<200		200:300
Leche desnatada	Moderada densidad espermática	200 - 500		100:500
Leche entera	Alta densidad esperm. (sin ondas)	500 - 1.000	200:100	100:700
Cremosa	Ondas espermáticas apreciables	1.000 - 1.500	200:300	100:700
Muy cremosa	Ondas espermáticas no apreciables*	> 1.500	100:300	100:700

* Por su elevada concentración, las ondas espermáticas no se aprecian en el interior de la gota pendiente

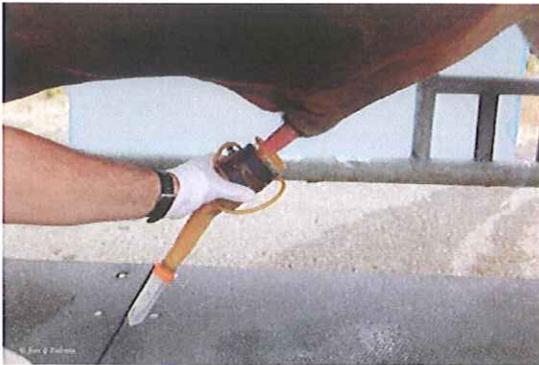


Figura 4. Colecta de semen por electroeyaculación

Valoración seminal

El semen debe valorarse inmediatamente después de la colecta, por ello, debemos asegurar que las condiciones de campo en las que se trabaja no van a determinar una infravaloración del semen obtenido. Durante el proceso de valoración, todo lo que vaya a entrar en contacto con el semen (diluyentes, colorantes, microtubos de dilución, portas, cubres, etc.), debe estar en torno a 37°C y escrupulosamente limpio. El equipamiento necesario, por su coste, también puede ser un factor limitante. Nosotros recomendamos al menos, un incubador portátil regulado a 37°C (Minitüb, Germany) para mantener a temperatura los medios y las muestras, y un microscopio con platina térmica y objetivos 10x, 100x y 20x, este último, de contraste de fase. A continuación se describe el protocolo de valoración seminal utilizado.

Como norma general, y tras homogeneizar cinco veces las muestras de partida, los parámetros seminales se deben valorar por duplicado. Cuando la diferencia entre dos valoraciones fue superior al 10%, se hizo una tercera y se calculó el valor medio.
Motilidad masal (MM). 7 μ l de semen puro, dos gotas por cada muestra, se colocaron en gota pendiente y se observaron a 10x. Se evaluó el movimiento de las ondas espermáticas cuando el semen fue muy concentrado, o el movimiento de los espermatozoides en los casos de menor concentración. La valoración fue cualitativa empleando el rango 1-5 (mala-excelente). De la mejor muestra, se pasaron 2 ml a un

microtubo, y se introdujo en el incubador para proseguir el análisis.

Concentración espermática. Al estar muy condicionada por la variabilidad de respuesta de los toros en el momento de la colecta, la concentración espermática no es un parámetro discriminante en esta metodología, no obstante sí es necesario estimarla, dado que la valoración de la motilidad y de la morfología espermática debe hacerse sobre semen diluido y a ser posible a una misma concentración; nosotros lo hicimos a 60 $\times 10^6$ espermatozoides/ml. En caso de no disponer de un espectrofotómetro para calcular la concentración, proponemos un protocolo adaptado de Entwistle y Fordyce (2003), consistente en la observación de la muestra en el tubo de colecta y en la gota pendiente a la par que la MM (tabla 1).

Motilidad espermática progresiva (MOT). Para la dilución de la muestra se empleó el diluyente de criopreservación Bioxcell® (IMV Technologies, L'Aigle, France). De la muestra diluida se depositaron 7 μ l entre porta y cubre y se observó al microscopio en contraste de fase a 20x. La estimación de los espermatozoides que se mueven y avanzan de forma progresiva se hizo en porcentaje a una precisión del 5%.

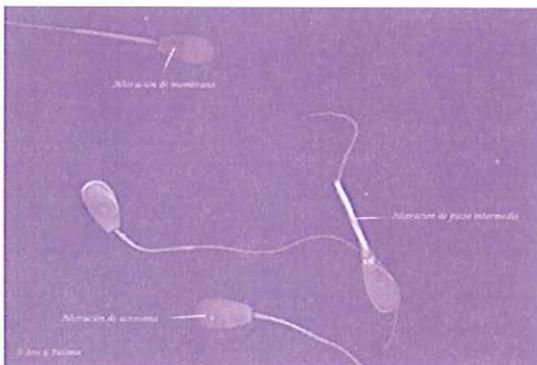
Normalidad espermática (NORM). Para esta valoración, el diluyente empleando fue CINA al 0,9%. Sobre el borde de un porta, se mezclaron durante 1 minuto, 15 μ l de eosina-nigrosina, Barth y Oko (1989), con 7 μ l de la muestra diluida, se realizó un frotis y se dejó secar sobre la platina del microscopio. Una vez seco, el frotis se protegió con el medio de montaje Entellan® (Merck) para su posterior valoración. La valoración de la morfología espermática requiere de técnicos con alta cualificación y unificado criterio, por ello en Australia, los informes de morfología espermática que acompañan a los certificados de aptitud reproductiva de los toros, son emitidos únicamente por laboratorios acreditados (Entwistle y Fordyce 2003). Esta idea también la incorporamos al sistema propuesto. La normalidad y la anomalía espermática se evaluaron en porcentaje sobre la totalidad de espermatozoides, vivos y muertos (alteración de membrana o eosina-permeables; Figura 5). Se observaron a 100x en campo claro utilizando aceite de inmersión. La anomalía espermática se valoró distinguiendo los siguientes tipos: cabeza, cabeza suelta, acrosoma, gota citoplasmática proximal, pieza intermedia y cola (Barth y Oko 1989).

Tabla 2. Criterios para fijar el umbral mínimo de CE en los sistemas SFT y WCABP

Sistema SFT		Sistema WCABP			
Edad	<i>Bos taurus</i>	Edad	Parda Alpina	Charolais	Limousin
		12	32	31	29
		13	33	32	30
		14	34	33	31
>12 y ≤15	30	≥15 y ≤20	35	34	32
>15 y ≤18	31				
>18 y ≤21	32				
>21 y ≤24	33	>20 y ≤30	36	35	33
>24	34				

CE: Circunferencia escrotal (cm)

SFT: Society for Theriogenology. WCABP: Western Canadian Association of Bovine Practitioners


Figura 5. Anomalías espermáticas valoradas por el método eosina-nigrosina

2.3. Criterios utilizados por los sistemas SFT y WCABP para la interpretación de los parámetros CE, MOT y NORM

Los sistemas SFT y WCABP coinciden en los protocolos y en los parámetros a evaluar, pero tienen importantes diferencias en los criterios que utilizan para su interpretación. A continuación pasamos a describir las diferencias entre ambos.

Circunferencia escrotal. La información que se tiene sobre este parámetro es muy abundante y proviene mayoritariamente de valoraciones efectuadas en toros jóvenes. A la hora de fijar el umbral mínimo de CE, el sistema SFT no hace distinción entre razas *Bos taurus* y declara aptos a todos aquellos toros que teniendo entre 12 y 15 meses, igualan o superan los 30 cm. A edades superiores, el umbral mínimo se incrementa como se presenta en la tabla 2. El sistema WCABP, tras asumir que la CE se comporta como una variable con distribución normal, propone umbrales mínimos para cada raza y establece diferencias por edad entre los toros más jóvenes. Para fijar el umbral mínimo, el sistema WCABP considera el valor medio de la CE en los toros de una raza con 12 meses de edad y le resta una desviación estándar (DE) (Coulter *et al.* 1987); a partir de aquí, el umbral se incrementa con la edad en la misma proporción para todas las razas (Barth 2000) (tabla 2). Por una cuestión meramente estadística, en torno al 16% de los toros evaluados por este sistema podrían ser declarados no aptos. Ninguno de los dos sistemas establece diferencias entre los

toros clasificados como aptos, por tanto, los efectos positivos que la CE tiene sobre la eficiencia reproductiva de los toros y sobre su descendencia, no son contemplados.

Motilidad espermática progresiva. El sistema SFT fija un umbral mínimo del 30% para declarar los toros como aptos, mientras que el sistema WCABP pone un umbral más alto y propone una categoría adicional a las categorías apto y no apto, llamada cuestionable. Para el sistema WCABP, toros aptos son los que tienen al menos un 60% de MOT, toros cuestionables entre 40-59% y no aptos los que no llegan al 40% (Barth y Waldner 2002). Para el sistema canadiense los toros cuestionables son admitidos como reproductores, pero al asumir que tienen una fertilidad menor que los aptos, se recomienda que sean sometidos a una intensidad reproductiva menor y observados detenidamente por su rendimiento reproductivo durante los primeros meses de cubrición.

Normalidad espermática. Si el sistema WCABP es más estricto que el sistema SFT respecto a MOT, ocurre lo contrario respecto a NORM. Para el sistema SFT son declarados no aptos aquellos toros cuya NORM es inferior al 70%, mientras que para el sistema WCABP, se descartan los toros cuando su NORM es inferior al 50%. El sistema WCABP también considera la categoría intermedia cuestionable para los toros con NORM entre 50 y 69% (Barth y Waldner 2002).

2.4. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo con el sistema SAS, Versión 9.2 (SAS Institute, Inc.) Se utilizó el procedimiento GLM para analizar el efecto de la edad y del año sobre la CE, y ésta fue ajustada a 15 meses de edad utilizando el coeficiente de regresión parcial del modelo reducido. La distribución normal de CE15 fue verificada por el test de Shapiro-Wilk. Las comparaciones entre sistemas, respecto al porcentaje de toros por categoría para los parámetros evaluados, fueron establecidas con las medias mínimo cuadráticas generadas en el modelo reducido. Las diferencias entre valores fueron consideradas significativas, a $P < 0,01$.

Tabla 3. Porcentaje de toros de raza Asturiana de Valles clasificados por categoría en función del sistema de valoración empleado

Categoría	Sistema											
	SFT				WCABP				PROPUESTO			
	CE	MOT	NORM	AR	CE	MOT	NORM	AR	CE15	MOT	NORM*	AR
No apto	4,9 ^a	1,1 ^a	19,6 ^a	23,6 ^a	18,3 ^b	3,3 ^b	4,0 ^b	22,5 ^a	2,9 ^a	3,3 ^b	4,0 ^b	8,6 ^b
Cuestionable						4,6	15,6	14,1 ^a	12,3	4,6	15,6	26,0 ^b
Apto	95,1 ^a	98,9 ^a	80,4	76,4 ^a	81,7 ^b	92,1 ^b	80,4	63,4 ^b	68,3 ^c	92,1 ^b	80,4	54,2 ^c
Superior									16,5			11,2

SFT: Society for Theriogenology. WCABP: Western Canadian Association of Bovine Practitioners PROPUESTO: Modelo orientado a los Centros de Testaje

CE: Circunferencia escrotal. CE15: CE ajustada a 15 meses. MOT: Motilidad espermática progresiva. NORM: Normalidad espermática AR: Aptitud reproductiva

* Los toros con anomalías compensables >30%, o no compensables >20%, son no aptos.

^{a,b,c} Valores con diferente letra en la misma línea y parámetro difieren significativamente a $P < 0.01$.



Figura 6. Toro con buena aptitud reproductiva en época de cubrición

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de anomalías físicas fue baja entre los toros evaluados, siendo las más comunes, el reducido tamaño testicular (CE < umbral) (3,1%), la inflamación de las vesículas seminales (1,2%) y el frenillo de pene (0,6%).

Circunferencia escrotal. El valor medio de la CE y de la edad, fueron $33,4 \pm 2,4$ cm y $13,6 \pm 1$ meses, respectivamente. Con el sistema WCABP se declararon no aptos un porcentaje mayor de toros que con el sistema SFT (18,3 vs. 4,9%, respectivamente; $P < 0,01$) (tabla 3). Nosotros pensamos que el sistema WCABP descarta un porcentaje excesivo de toros por su CE, téngase en cuenta que este porcentaje puede verse incrementado considerablemente cuando otros parámetros de valoración como el estándar racial, la valoración física, seminal o sanitaria, sean considerados. Por ello, y dado que en España hay muchas ganaderías donde los toros están sometidos a un nivel bajo de exigencia reproductiva (número de vacas/toro inferior a 20 o rebanos con mayor número de vacas pero con partos poco agrupados), optamos por el umbral del sistema SFT para valorar la CE. No obstante, y en consonancia con los efectos positivos que la CE tiene sobre la eficiencia reproductiva de los toros, nuestra intención fue poner en valor este parámetro y establecer diferencias entre los toros valorados como aptos.

Para ello, y asumiendo un crecimiento lineal de la CE entre los 12 y 15 meses de edad, la CE fue ajustada a 15 meses (CE15), a través de la siguiente fórmula:

$$CE15 = CE + 0,0191 * (457,5 - edad(d))$$

La CE15 tuvo un valor medio de $34,2 \pm 2,4$ cm y mostró una distribución normal (test de Shapiro-Wilk, $P = 0,155$). Partiendo de estos resultados, se utilizaron los siguientes criterios para diferenciar los toros en cuatro categorías:

- el umbral SFT (30 cm),
- tras un redondeo a 0,5 cm,
- la media - 1 DE (32 cm)
- la media + 1 DE (36,5 cm).

Las categorías que se establecieron fueron:

- no apto (<30 cm),
- cuestionable (≥ 30 y <32 cm),
- apto (≥ 32 y <36,5 cm) y
- superior ($\geq 36,5$ cm),

y el porcentaje de toros asignado a cada una de ellas: 2,9 12,3 68,3 y 16,5%, respectivamente (tabla 3).

El sistema PROPUESTO solamente se considera idóneo para valorar la CE de los toros que se encuentran en Centros de Testaje y de aquéllos que tengan cierta similitud a los anteriores en raza, edad, manejo y alimentación.

Por ello se plantea **una variante, el sistema CAMPO** para valorar la CE de los toros con independencia de los factores antes mencionados. Para ello y basándonos en el sistema SFT (tabla 2), partimos de tres premisas:

- 1) equiparar el umbral mínimo de CE con la media menos 2 DE
- 2) considerar 2 cm el DE con independencia de la raza y de la edad (Monke 1987, Barth 2000, Arteaga *et al.* 2001), y
- 3) combinar la media \pm 1 DE como en el modelo anterior para el establecimiento de las cuatro categorías de CE (tabla 4)

Si bien hemos hecho una distinción entre los sistemas PROPUESTO y CAMPO para valorar la CE, los criterios de

Tabla 4. Modelo para valorar la aptitud reproductiva de toros en campo. Criterios para definir su categoría respecto a los parámetros CE, MOT y NORM

Parámetro	Categoría				
	Edad (m)	No apto	Cuestionable	Apto	Superior
CE	>12 ≤15	<30	≥30 <32	≥32 <36	≥36
	>15 ≤18	<31	≥31 <33	≥33 <37	≥37
	>18 ≤21	<32	≥32 <34	≥34 <38	≥38
	>21 ≤24	<33	≥33 <35	≥35 <39	≥39
	>24	<34	≥34 <36	≥36 <40	≥40
MOT		<40	≥40 <60	≥60	
NORM*		<50	≥50 <70	≥70	

CE: Circunferencia escrotal. MOT: Motilidad espermática progresiva. NORM: Normalidad espermática

* Los toros con anomalías compensables >30%, o no compensables >20%, son no aptos

valoración de los parámetros seminales MOT y NORM van a ser idénticos en ambos.

Motilidad progresiva. Aunque el umbral propuesto para declarar un toro apto fue muy diferente entre los sistemas SFT y WCABP (≥30 vs. ≥60%), el porcentaje de toros así valorados no difirió entre ambos (98,9 vs. 92,1%) (tabla 3). La práctica totalidad de los toros fueron aptos para el sistema SFT, y por lo tanto, el sistema no pudo establecer diferencias entre toros. La razón para fijar un umbral tan bajo de MOT, puede estar en que el sistema SFT asume que en condiciones de campo, la dificultad para controlar la temperatura en el proceso de valoración seminal, puede bajar ostensiblemente este parámetro. Nosotros no somos partidarios de adaptar los umbrales a las limitaciones que tiene la valoración seminal en condiciones de campo, pensamos que las limitaciones deben ser controladas para poder obtener resultados comparables. Por unos umbrales más altos y por incluir la categoría adicional, cuestionable, nos decantamos por el sistema WCABP para valorar este parámetro.

Normalidad espermática. El umbral de NORM propuesto por el sistema SFT para declarar un toro como no apto, fue mucho más riguroso que el presentado por el sistema WCABP (<70 vs. <50%) y determinó que el porcentaje de toros no aptos fuera mayor (19,6 vs. 4,0%, respectivamente; $P<0,01$). La diferencia entre ambos porcentajes, 15,6%, coincidió con los toros que el sistema WCABP califica como cuestionables (tabla 3). Esta categoría intermedia también fue adoptada por el sistema de valoración australiano, donde estos toros se consideran útiles para monta natural, y no así para Centros de Inseminación Artificial (Fordyce *et al.* 2006). El sistema australiano, además de definir los umbrales para valorar los toros por su NORM, también propone unos umbrales específicos para ciertas anomalías espermáticas (Entwistle y Fordyce 2003). Este sistema distingue entre anomalías compensables, es decir, aquellas que impiden al espermatozoide alcanzar o fecundar el ovocito (acrosoma, cabeza separada, pieza intermedia, cola), y anomalías no compensables, es decir, aquellas que permiten al espermatozoide fecundar al óvulo, pero no su evolución posterior (cabeza y gota citoplasmática proximal). Los toros que superan el 30% de anomalías compensables o el 20% de anomalías no compensables, son valorados como no aptos.

El término compensable se interpreta como la posibilidad de que una anomalía espermática pueda ser compensada por una mayor cantidad de espermatozoides normales presentes en una dosis de inseminación o en un eyaculado (toros con mayor CE o toros con bajo número de cubriciones). En virtud de estas consideraciones, optamos por el sistema WCABP y agregamos los umbrales referidos por el sistema australiano para las anomalías espermáticas específicas. Finalmente y a diferencia de los sistemas de referencia SFT y WCABP, nosotros proponemos definir un nuevo parámetro, la aptitud reproductiva (AR), como valoración conjunta de los parámetros CE, MOT y NORM, y asignarle cuatro categorías: no apto, cuestionable, apto y superior. Como norma general, la categoría de AR coincidirá siempre con la categoría del parámetro peor valorado. Se exceptúan de esta norma los toros aptos en MOT y NORM y superior en CE15 o CE, que son clasificados con AR superior. El porcentaje de toros AV valorados por categoría de AR en el Centro de Testaje, de peor a mejor fue: 8,6 26,0 54,2 y 11,2% respectivamente (tabla 3). El 54,2% de los toros AV fueron aptos, es decir podrían ir destinados a la gran mayoría de las explotaciones, mientras que los toros con categoría superior, el 11,2%, serían los de elección para aquellos ganaderos que quieran dar relevancia a la CE como índice de selección y para aquellos que buscan una buena eficiencia reproductiva de los toros en situaciones de alta exigencia reproductiva (>40 vacas por toro o ganaderías con partos agrupados). Desde que la AR ha sido incluida como parámetro de selección en el Centro de Testaje de ASEAVA, ha aumentado el interés de los ganaderos por los toros que la Asociación pone en subasta, y con ello, la capacidad de la Asociación para desarrollar su programa de mejora genética.

4. CONCLUSIONES

Después de analizar las diferencias de criterio entre los sistemas SFT y WCABP, se propuso un sistema alternativo para promover el debate que pueda conducir a un único sistema de referencia para España. El sistema propuesto, de más relevancia a la CE y al considerar cuatro categorías de AR, ofrece más posibilidades para mejorar el manejo reproductivo de los toros en las explotaciones.

AGRADECIMIENTOS

Se desea mostrar un sincero reconocimiento a ASEAVA por su continuo interés en la innovación y en la búsqueda de conocimiento orientado al progreso de sus ganaderos. A Gerardo Noval Cambor, técnico de ASEAVA y a María Lana Fernández, técnico de laboratorio, por su responsable y sostenida dedicación. Esta actividad ha sido financiada por el programa operativo FEDER del Principado de Asturias 2007-2013.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga A.A., Baracaldo M., Barth A.D. 2001. The proportion of beef bulls in western Canada with mature spermograms at 11 to 15 months of age. *Can. Vet. J.* 42:783-787.
- Barth A.D. 2000. Bull Breeding Soundness Evaluation. The Western Canadian Association of Bovine Practitioners, Alberta, Canada. 75 pp.
- Barth A.D., Oko R.J. 1989. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. Iowa State University Press, Ames, IA. 285 pp.
- Barth A.D., 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.
- Bourdon R.M., 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.
- 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.
- Coulter G.H., Mapletoft R.J., Kozub G.C., Cates W.F. 1987. Scrotal circumference of two year old bulls of several beef breeds. *Theriogenology* 27:485-491.
- Entwistle K., Fordyce G. 2003. Evaluating and Reporting Bull Fertility. Australian Cattle Vets, Queensland. 98 pp.
- Fordyce G., Entwistle K., Norman S., Perry V., Gardiner B., Fordyce P. 2006. Standardising bull breeding soundness evaluations and reporting in Australia. *Theriogenology* 66:1140-1148.
- Hopkins F.M., 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., 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.
- Kealey C.G., MacNeil M.D., Tess M.W. 2006. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 84:283-290.
- Lowman B., Scott N., Somerville S., 1973: Condition scoring of cattle. The East of Scotland College of Agriculture, Vol. Bulletin No. 6. p. 50.
- Lunstra D.D., Gregory K.E., 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.
- Menegassi S.R.O., Barcellos J.O.J., Peripolli V., Pereira P.R.R.X., Borges J.B.S., Lampert V.N. 2011. Measurement of scrotal circumference in beef bulls in Rio Grande do Sul. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 63:87-93.
- Monke D.R. 1987. Examination of the bovine scrotum, testicles and epididymides. Part I. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 9:252-255.
- Moser D.W., Bertrand J.K., Benyshek L.L., McCann M.A., 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.
- Penny C.D. 2009. The development of a UK bull breeding soundness evaluation certificate. *Cattle Practice* 17:64-70.
- Siddiqui M.A.R., Bhattacharjee J., Das Z.C., Islam M.M., Islam M.A., Haque M.A., Parrish J.J., 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., Richardson G.V. 1989. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth. *J. Anim. Sci.* 67:2881-2885.