

SELECCIÓN REPRODUCTIVA DE TOROS: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

P.J. Chenoweth*. 2011. Revista Taurus, Bs. As., 13(51):4-16.

*Charles Sturt University, EH Graham Centre for Agricultural
Innovation Boorooma St, Wagga Wagga, NSW 2678, Australia.

pchenoweth@csu.edu.au

Conferencia presentada en el XIX Congresso Brasileiro de Reprodução Animal,
Recife, PE, Brasil, 25 a 27 de mayo de 2011.

Publicado en la Rev. Bras. Reprod. Anim., Belo Horizonte, 35(2):133-138, abr/jun.

www.produccion-animal.com.ar

[Volver a: Genética, bovinos en general](#)

Una selección adecuada de los toros es importante para la transmisión de los rasgos genéticos deseados al rodeo. Sin embargo, la efectiva transmisión de estas características depende de muchos factores, incluidos la capacidad de dar servicio, la libido y la calidad seminal. La presente conferencia realiza un repaso histórico de los métodos de evaluación de aptitud reproductiva, su aplicación y su potencial ante el avance del conocimiento y la tecnología.

INTRODUCCIÓN

La reproducción, tanto natural como asistida, es un prerequisite esencial para la producción. Los sistemas reproductivos predominantes en el mundo utilizan el servicio natural, en el cual hay una gran cantidad de factores que pueden afectar la fertilidad del rodeo. Algunos relacionados con los toros, otros con las hembras y otros con condiciones de manejo y/o ambientales. Actualmente se conocen algunas de estos factores y su interacción, pero aún hay muchos aspectos desconocidos, que es muy importante dilucidar debido al impacto de la eficiencia reproductiva sobre la viabilidad económica de las empresas ganaderas dedicadas a la cría. Necesitamos considerar los contextos reproductivos y sociales en los cuales los machos son utilizados, por ejemplo si se utiliza un único o varios reproductores (17, 20) y cuál es la "presión" empleada (ej. porcentaje de toros) (30).

Estas consideraciones llevan a la falta de consenso sobre la contribución relativa de los distintos factores vinculados con la fertilidad del macho, resultando en la inexistencia de una prueba única que prediga confiablemente la fertilidad del macho. Una situación que es difícil cambiar a pesar del avance en el conocimiento y de las tecnologías emergentes.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los amplios conocimientos actuales sobre fisiología reproductiva, patología y comportamiento del toro son el resultado de un largo y fructífero camino de investigación. Los orígenes de los estudios sistemáticos sobre fertilidad del toro comenzaron con los trabajos de Williams en la Universidad de Cornell en la primera mitad del siglo XX y con los programas suecos de Lagerlof y Bane. Son hitos importantes: 1) el rápido desarrollo de la IA luego del éxito en la congelación de semen, 2) el primer Congreso Internacional de Reproducción Animal realizado en Milán en 1948 y 3) el inicio del primer programa de prueba de toros ambulatorio en Colorado en 1954. Este último no podría haber ocurrido sin los avances técnicos en electroeyaculación que permitieron la colecta de semen en forma segura y efectiva en el campo. Una publicación de referencia describió los resultados de 10.940 evaluaciones de toros (7), demostrando que las evaluaciones a campo a gran escala son factibles. Durante este período, la evaluación de toros fue creciendo en Sudamérica, donde hay una experiencia invaluable en grandes rodeos de razas cebuinas en ambientes tropicales y subtropicales.

Simultáneamente, un grupo de veterinarios de los EE.UU. fundó la Sociedad de las Montañas Rocallosas (Rocky Mountain Society) para estudiar la evaluación de la aptitud reproductiva de los toros "para compartir y difundir los aspectos esenciales para la evaluación de la fertilidad de toros de razas carniceras y estandarizar los procedimientos". En 1974 esta asociación se transformó en la Sociedad Norteamericana de Teriogenología (American Society for Theriogenology), una organización que promovió los procedimientos estándares y normas para la evaluación de la fertilidad de los toros (13). Normas que fueron adoptadas en países como Australia y Canadá. Actualmente se utilizan variantes de estas pruebas de aptitud reproductiva a lo largo del mundo, con una gran cantidad de reproductores evaluados en países como Brasil y Argentina.

EVALUACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA

Este examen representa un procedimiento relativamente rápido y económico para evaluar toros antes de la compra y/o previo al servicio (11). También puede ser utilizado para el diagnóstico retrospectivo de problemas. Los resultados y componentes del examen de aptitud reproductiva están permanentemente vinculados en forma positiva con mediciones de fertilidad (11, 19). Los principales componentes del examen de aptitud reproductiva son:

1. Examen físico.
2. Evaluación reproductiva (incluyendo medición del tamaño testicular).
3. Recolección y evaluación de semen.
4. Informe.

Pueden agregarse otras pruebas, tales como la evaluación de la libido/capacidad de servicio, o detectar patógenos reproductivos tales como *Tritrichomonas fetus*.

CONSIDERACIONES GENÉTICAS

Existen consideraciones genéticas para rasgos reproductivos favorables y desfavorables. Hay una larga y creciente lista de fallas heredables que pueden afectar la fertilidad del toro. Estas fallas incluyen problemas físicos, tales como aquellos que involucran a los sistemas genital y locomotor. La relativamente alta heredabilidad de una gran cantidad de problemas físicos (25) resalta la importancia de seleccionar los machos con buena estructura y conformación genital.

Debido a que los toros contribuyen en aproximadamente el 90% del cambio genético de un rodeo, es útil identificar los rasgos del macho que pueden mejorar la eficiencia reproductiva tanto del macho como de la hembra. El contorno escrotal (CE) es uno de ellos. Tiene una heredabilidad moderada a alta en razas carniceras (aproximadamente 50%) y está favorablemente relacionado con la producción espermática y calidad seminal (4). Además hay una fuerte asociación entre el CE de los toros jóvenes y la edad a la pubertad en las hijas (5). El CE es un predictor confiable de la pubertad del toro, con bastante consistencia entre las distintas razas en el CE a la pubertad. Por lo tanto, el uso de la medición del CE como herramienta de selección puede mejorar la fertilidad del rodeo inmediata y futura.

Existen otras consideraciones genéticas menos directas que pueden ser de importancia en la selección reproductiva de los toros. Por ejemplo, la adecuada conformación física es esencial para la mayoría de los sistemas reproductivos, donde se espera que el toro sirva a muchas hembras, la mayor cantidad de veces y en un período restringido en el que puede haber un desgaste (15). El mayor énfasis en la importancia de una buena estructura física se sostiene en una amplia lista de defectos físicos y seminales que pueden afectar la fertilidad.

Por último, las consideraciones genéticas deberían incluir las asociaciones entre rasgos productivos y reproductivos (27, 36) y sus interacciones con el ambiente. Esto será cada vez más importante en la medida que las bases de datos y herramientas de selección sean más precisas.

ANORMALIDADES ESPERMÁTICAS

La estructura espermática está relacionada con la función, y su "anormalidad" vinculada con fallas en la fertilización y los resultados de preñez. Las anomalías espermáticas han sido asociadas con infertilidad y esterilidad en la mayoría de las especies estudiadas. Las causas de defectos estructurales de los espermatozoides pueden ser ambientales, genéticas o una combinación de ambas, siendo las ambientales las más frecuentes. Estas anomalías varían desde defectos morfológicos bien evidentes hasta aquellos más sutiles.

Biomarcadores de daño espermático

Los daños en el epitelio germinativo y en los espermatozoides desarrollados son el resultado de una cantidad de mecanismos o caminos patogénicos. Este concepto es útil en la búsqueda de biomarcadores de daño. Una cantidad de anomalías espermáticas puede ocurrir permanentemente, incluso en forma simultánea o en serie, en respuesta a distintos factores de estrés. Un ejemplo de un patrón de anomalías morfológicas constante ocurre en el efecto diadema o cráter, que representa el estereotipo de respuesta espermatogénica temporal a una gran variedad de factores estresantes. Esta respuesta fue caracterizada en varias especies utilizando un modelo de aislamiento de los testículos (35), mediante el cual se asocia una serie de anomalías temporales con la duración y severidad del estrés. Los espermatozoides con defectos diadema o cráteres resultan en embriones de menor calidad y supervivencia (31). Incluso aquellos espermatozoides con formas sutiles de este defecto son capaces de acceder al ovocito, generando una menor fertilidad y una disminución de la calidad embrionaria (26, 31).

Además del defecto diadema o cráter, otros "biomarcadores" de daño espermático han sido identificados utilizando herramientas como la proteómica, pruebas fluorescentes y microscopía de alta definición, incluyendo contraste de interferencia diferencial (DIC). Este último tiene ventajas en la rutina diagnóstica debido a que puede

detectar alteraciones en una cantidad de funciones espermáticas esenciales, tales como las asociadas con el núcleo, acrosoma, pieza principal y membranas.

Rasgos seminales compensables y no compensables

Las anomalías espermáticas pueden reducir la fertilidad por uno de dos caminos: 1) fallas en alcanzar el sitio de fertilización o 2) incapacidad para fertilizar o mantener el desarrollo del embrión en la etapa inicial. En el primer caso, las fallas pueden estar asociadas con problemas en el transporte espermático. Estos defectos pueden causar tanto una menor movilidad o una menor probabilidad de avanzar en el tracto reproductivo femenino. Son considerados defectos compensables debido a que el incrementar el número de espermatozoides funcionalmente competentes compensa a aquellos que son incapaces de llegar. Los defectos que llevan a fallas en la fertilización o pérdidas embrionarias tempranas son considerados no compensables (32). Con estos defectos, un aumento en el número de espermatozoides no mejora la fertilidad.

Defectos espermáticos genéticos

Son aquellos en los que se demostró un modo genético de transmisión (9). Una cantidad de defectos espermáticos en distintas especies puede ser categorizada como de origen genético, tendiendo a aumentar la lista en la medida que mejoran las condiciones diagnósticas. Los acrosomas nodosos son un ejemplo, pudiendo tener un origen genético o ambiental. Los espermatozoides con acrosomas nodosos tienen incapacidad para penetrar al ovocito (6) o capacidad reducida para hacerlo (33). Además, los espermatozoides aparentemente normales de animales con este defecto pueden también estar comprometidos (33), debido al daño en las membranas o en la cromatina, una capacitación prematura y reacción acrosómica espontánea (34).

UMBRAL DE ANORMALIDADES ESPERMÁTICAS

Los primeros trabajos de investigación establecieron un "umbral" de anomalías morfológicas espermáticas para un toro determinado, por encima del cual la fertilidad estaba comprometida. Por ejemplo, Lagerlof (23) estableció "que si los espermatozoides anormales representaban más del 20% de la muestra, el toro podía tener una fertilidad reducida". El citó a Williams y Savage (37), que dijeron: "ningún toro eficiente emite más de 170 espermatozoides anormales cada 1000". Herman y Swanson (21) establecieron que "los toros que producen semen con más del 30% de anomalías espermáticas generalmente tienen baja fertilidad". Estas observaciones se basaron en trabajos realizados en toros de centros de IA, que podría esperarse que tuvieran mejores rasgos de fertilidad. Sin embargo, Wiltbank y Parrish (38), trabajando con servicio natural en Texas, encontraron que los toros preseleccionados por buena morfología espermática (70 u 80% normal) lograron más preñeces que los toros no seleccionados, y que el 70% de espermatozoides normales representaba un umbral para semen "normal".

El concepto de "umbral" también proviene de otras fuentes. Por ejemplo, Amann y col. (1), utilizando FIV, encontraron que los toros que contenían >30% de gotas proximales y <25% de otras anomalías tenían severamente comprometida su fertilidad establecida a través de la tasa de fertilización y clivaje. Otros trabajos de FIV, incluso en humanos, refuerzan el concepto de umbral, incluyendo el de Evenson y col. (16), quienes trabajaron con FIV e IA, y concluyeron que "la probabilidad de fertilización es cercana a cero si la proporción de células con daño en el ADN (detectadas por CASA) excede el 30%". Si bien los mecanismos no están totalmente comprendidos, es posible que el daño espermático afecte el ambiente inmediato, y por encima de un número o masa crítica, se comprometa la población espermática general.

LIBIDO

La libido o deseo sexual en el macho, como rasgo medible (3, 12) representa un componente importante de la fertilidad (10) y tiene un fuerte componente genético (14). Utilizar toros de alto deseo sexual logró beneficios en los porcentajes de preñez, momento de concepción, duración de la parición, homogeneidad en los terneros destetados y un uso más eficiente del personal (2, 3, 20).

Sin embargo, otros estudios han demostrado una pobre o inconstante relación entre la libido del toro/capacidad de servicio y la fertilidad del rodeo. En algunos estudios, si bien los toros con mayor libido daban más servicios y servían a más hembras que los de menor libido, no producían mayores preñeces.

Varios factores pueden contribuir a estas diferencias, incluido las dificultades de evidenciar los efectos de un rasgo reproductivo único sobre la fertilidad de un rodeo.

Esto es importante, ya que la libido es solo uno de los muchos factores que influyen en la fertilidad. Los componentes del examen de aptitud reproductiva (medición del CE, movilidad y morfología espermáticas) influyen separadamente sobre la fertilidad y parecen no estar genéticamente relacionados con rasgos de comportamiento, como la libido. Por lo tanto, toros que pueden ser superiores en uno o más rasgos reproductivos pueden tener su fertilidad comprometida por deficiencias en otros aspectos. Esto fue bien demostrado en un estudio realizado

con toros que trabajaron con vaquillonas sincronizadas (17) en el cual las diferencias en la libido (y actividad sexual) fueron enmascaradas por diferencias en rasgos evaluables durante el examen de aptitud reproductiva.

El consenso a partir de una cantidad de estudios parece ser que las pruebas de libido y de capacidad de servicio son útiles para diferenciar toros en base a la actividad sexual, así como para medir cualitativamente la habilidad de apareamiento. Sin embargo, los resultados de estas pruebas no necesariamente predicen la fertilidad.

ESQUEMAS COMPUESTOS DE EVALUACIÓN DE TOROS

Una importante cantidad de factores influye sobre la fertilidad del rodeo, y no siempre trabajan en armonía. Estos pueden incluir el resultado del examen de aptitud reproductiva, así como factores de comportamiento como la expresión de la libido o el rango social. Se han realizado intentos por combinar estos factores para predecir la fertilidad. Por ejemplo, en un estudio (22), se utilizó un modelo de regresión para predecir la fertilidad de los toros en un servicio múltiple, determinando paternidad por grupo sanguíneo. Los rasgos más importantes fueron contorno escrotal, grasa dorsal, morfología espermática (particularmente anomalías primarias) y libido. Este modelo explicó el 37% de la variación en la fertilidad en toritos de un año y el 22% en los toritos de 2 años. Eso fue coincidente con otro estudio (28), en el cual parámetros similares influyeron sobre la fertilidad del toro. Las mejores relaciones con fertilidad del toro en un rodeo con servicio individual contemplando rasgos múltiples incluían calidad seminal, deseo sexual y estatus social, enfatizando que para lograr una selección reproductiva más exacta se necesita incluir una serie de rasgos.

CONCLUSIONES

Afortunadamente existe hoy un renovado interés en muchos aspectos de la reproducción del toro, un área relativamente olvidada en la era moderna. Esto es debido a una mayor cantidad de publicaciones y de presentaciones en congresos, así como por la formación de nuevos grupos, como la Asociación de Andrología Animal Aplicada (www.animalandrology.org). Muchas de estas actividades involucran el uso de nuevas tecnologías y disciplinas. También fue acompañado por el creciente interés en el comportamiento animal y en el reconocimiento de su importancia sobre la selección y el manejo reproductivo. Es importante para la práctica profesional (incluyendo educación y entrenamiento) mantener el ritmo de este rápido desarrollo, progreso muchas veces generado en la investigación básica.

Actualmente hay mayor necesidad de integrar y aplicar este nuevo conocimiento a los sistemas productivos. El desafío es juntar todos estos avances para el beneficio de la ganadería.

Algunas áreas de investigación recientes pueden ayudar en este sentido. Por ejemplo, marcadores de rasgos cuantitativos pueden ser utilizados para establecer paternidad (22). Esta es una poderosa herramienta para establecer no sólo la performance reproductiva de los toros individuales, sino para tener información genética importante a través de la descendencia. Lamentablemente, esta valiosa información es retrospectiva. Para una selección reproductiva, el uso de rasgos múltiples para elaborar un "índice" de fertilidad continua siendo una promesa. Esto plantea el interrogante de qué rasgos incluir en este índice, un área de gran potencial, especialmente con el beneficio del avance tecnológico actualmente disponible.

La evaluación de la aptitud reproductiva, constantemente revisada, ha demostrado ser un procedimiento efectivo en gran parte del mundo. Realizado a tiempo y en forma adecuada provee muchos beneficios, como reducción de riesgos, uso eficiente de los toros, mejoramiento de la fertilidad del rodeo y avance genético en la descendencia de ambos sexos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amann, R.P., Seidel, G.E. Jr, Mortimer, R.G. Fertilizing potential in-vitro of semen from young bulls containing a high or low percentage of sperm with a proximal droplet. *Theriogenology*, v.54, p.1499-1515, 2000.
2. Blockey, M.A.B. Relationships between serving capacity of beef bulls as predicted by the yard test and their fertility during paddock mating. *Aust Vet J*, v.66, p.348-351, 1989.
3. Blockey, M.A.B. The influence of serving capacity of bulls on herd fertility. *J Anim Sci*, v.46, p.589-595, 1978.
4. Brinks, J.S. Relationships of scrotal circumference to puberty and subsequent reproductive performance in male and female offspring. In: Fields MJ, Sand RS (Ed.). *Factors affecting calf crop*. Boca Raton: CRC Press, 1994.p.363-370.
5. Brinks, J.S., McInerney, M.J., Chenoweth, P.J. Relationship of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. *Proc West Sect Am Soc Anim Sci*, v.29, p.28, 1978.
6. Buttle, H.R.L., Hancock, J.L. Sterile boars with "knobbed" spermatozoa. *J Agric Sci (Camb)*, v.65, p.255-260, 1963.
7. Carroll, E.J., Ball, Scott, J.A. Breeding soundness in bulls: a summary of 10,994 examinations. *J Am Vet Med Assoc*, v.142, p.1105-1111, 1963.
8. Chenoweth, P.J. Bull libido/serving capacity. *Vet Clin North Am Large Anim Pract*, v.13, p.331-344, 1997.
9. Chenoweth, P.J. Genetic sperm defects. *Theriogenology*, v.64, p.457-468, 2005.
10. Chenoweth, P.J. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. a review. *Theriogenology*, v.16, p.155-177, 1981.

11. Chenoweth PJ. Rationale for using bull breeding soundness evaluations. *Comp Cont Educ Pract Vet*, v.22, p.S48-S55, 2000.
12. Chenoweth, P.J., Brinks, J.S., Nett, T.M. A comparison of three methods of assessing sex-drive in yearling beef bulls and relationships with testosterone and LH levels. *Theriogenology*, v.12, p.223-233, 1979.
13. Chenoweth, P.J., Hopkins, F.M., Spitzer, J.C., Larsen, R.E. Guidelines for using the bull breeding soundness evaluation form. *Clin Theriogenology*, v.2, p.43-50, 2010.
14. Chenoweth, PJ., Landaeta-Hernandez, A.J. Influence of genetics on maternal and reproductive behavior of livestock. In: Grandin T (Ed). *Genetics and behavior of domestic animals*. San Diego: Academic Press, 1998. p.145-165.
15. Ellis, R., Rupp, G.P., Chenoweth, P.J., Cundiff, L.V., Lunstra, D.D. Fertility of yearling beef bulls during mating. *Theriogenology*, v.64, p.657-78, 2005.
16. Evenson, D.P., Jost, L.K., Marshall, D., Zinaman, M.J., Clegg, E., Purvis, K., de Angelis, E, Claussen, O.P. Utility of the sperm chromatin structure assay as a diagnostic and prognostic tool in the human fertility clinic. *Hum Reprod*, v.14, p.1039-1049, 1999.
17. Farin PW, Chenoweth PJ, Mateos ER, Pexton JE. Beef bulls mated to estrus synchronized heifers: Single vs multi-sire breeding groups. *Theriogenology*, v.17, p.365372, 1982.
18. Farin, PW., Chenoweth, EJ., Tomky, D.E, Ball, L., Pexton, J.E. Breeding soundness, libido and performance of beef bulls mated to estrus synchronized females. *Theriogenology*, v.32, p.717-725, 1989.
19. Fitzpatrick, L.A., Fordyce, G., McGowan, M.R., Bertram, J.D., Doogan, V.J., De Faveri, J., Miller, R.G., Holroyd, R.G. Bull selection and use in northern Australia. 2. Semen traits. *Anim Reprod Sci*, v.71, p.3949, 2002.
20. Godfrey, R.W., Lunstra, D.D. Influence of single or multiple sires and serving capacity on mating behavior of beef bulls. *J Anim Sci*, v.67, p.2897-2903, 1989.
21. Herman, H.A., Swanson, E.W. Variations in dairy bull semen with respect to its use in artificial insemination. Columbia, MO: University of Missouri Agriculture Experiment Station, 1941. 78p. (Research Bulletin, n.325).
22. Holroyd, R.O., Doogan, V.J., De Faveri, J., Fordyce, G., McGowan, M.R., Bertram, J.D., Vankan, D.M., Fitzpatrick, L.A., Jayawardhana, G.A., Miller, R.O. Bull selection and use in northern Australia. 4. Calf output and predictors of fertility of bulls in multiple-sire herds. *Anim Reprod Sci*, v.71, p.67-79, 2002.
23. Lagerlof, N. Sterility in bulls. *Vet Rec*, v.48, p.11591170, 1936.
24. Larsen, R.E., Chenoweth, P.J. Diadem/crater defects in spermatozoa from two related Angus bulls. *Mol Reprod Dev*, v.25, p.87-96, 1990.
25. McNitt, J.I. Genetic aspects of estimated breeding soundness of bulls. 1965. Thesis (M.Sc) Dept. Animal Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO, 1965.
26. Miller, D., Hrudka, M., Cates, W.E, Mapletoft, R. Infertility in bull with a nuclear sperm defect. *Theriogenology*, v.17, p.611-621, 1982.
27. Ologun, A.G., Chenoweth, P.J., Brinks, J.S. Relationships among production traits and estimates of sex-drive and dominant value in yearling beef bulls. *Theriogenology*, v.15, p.379-388, 1981.
28. Perry, VE.A., Chenoweth, EJ., Post, T.B., Munro, R.K. Fertility indices for beef bulls. *Aust Vet J*, v.67, p.13-16, 1990a.
29. Perry, VE.A., Munro, R.K., Chenoweth, EJ., Bodero, D.A.V., Post, T.B. Relationships among bovine male and female reproductive traits. *Aust Vet J*, v.67, p.4-5, 1990b.
30. Rupp, G.P Ball. L., Shoop, M.C., Chenoweth, P.J. Reproductive efficiency of bulls in natural service: effects of male to female ratio and single vs multiple sire breeding groups, *J Am Vet Med Assoc*, v.171, p.639-642, 1977.
31. Saacke, R.G., Bame, J., Vogler, C.J., Nadir, S., Mullins, J. Association of sperm nuclear vacuoles with failure of sperm to sustain embryonic development. *J Anim Sci*, 70, suppl.1, p.256, 1992. Abstract.
32. Saacke, R.G., Dalton, J.C., Nadir, S., Nebel, R.L., Bame, J.H. Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. *Anim Reprod Sci*, v.60/61, p.663-677, 2000.
33. Thundathil, J., Meyer, R., Palasz, A.T., Barth, A.D., Mapletoft, R.J. Effect of the knobbed acrosome defect in bovine sperm on IVF and embryo production. *Theriogenology*, v.54, p.921-934, 2000.
34. Thundathil, J., Palasz, A.T., Barth, A.D., Mapletoft, R.J. Plasma membrane and acrosome integrity of bovine sperm with the knobbed acrosome defect. *Theriogenology*, v.58, p.87-102, 2002.
35. Vogler, C.J., Bame, J.H., DeJarnette, McGilliard, M.L., Saacke, R.G. Effects of elevated testicular temperature on morphology characteristics of ejaculated spermatozoa in the bovine. *Theriogenology*, v.40, p.2071219, 1993.
36. Vargas, C.A., Elzo, M.A., Chase, C.C. Jr., Chenoweth, EJ., Olson, T.A. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. *J Anim Sci*, v.76, p.25362541, 1998.
37. Williams, W.W., Savage, A. Observations on the seminal micropathology of bulls. *Cornell Vet*, v.15, p.353-75, 1925.
38. Wiltbank, J.N., Parrish, N.R. Pregnancy rates in cows and heifers bred to bulls selected for semen quality. *Theriogenology*, v.25, p.779-783, 1986.

Volver a: [Genética, bovinos en general](#)