

FACTORES NUTRICIONALES Y TÉRMICOS CON EFECTOS EN LA FERTILIDAD DE LOS MACHOS BOVINOS.

(Revisión de Literatura)

NUTRITIONAL AND THERMAL FACTORS WITH EFFECTS ON THE FERTILITY OF THE CATTLE MALE.

(Literature review)

Leonardo Sierra Gutiérrez.¹

¹Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Seminario Reproducción Bovina 2016.

Universidad Cooperativa de Colombia

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Resumen:

En Colombia los sistemas de producción bovina actualmente enfatizan en el aumento de la fertilidad y/o uso de animales seleccionados genéticamente que cumplan con las características ideales y determinantes para el aumento de los índices de productividad. La fertilidad es el factor de mayor influencia y el causante de la reducción de las tasas de concepción. En una población de machos reproductores no seleccionada, aspectos fisiológicos y morfológicos que dificultan la cópula o reducen la calidad seminal retrasa la eficiencia reproductiva y limita progreso genético. La fertilidad potencial de toros puede verse afectada debido a efectos nutricionales y térmicos influyentes desempeño reproductivo. Se reunió información sobre los factores directos o indirectos, responsables del desempeño reproductivo en parámetros de la valoración espermática, funciones endocrinas y adaptabilidad en el medio.

Palabras clave: bovinos, factores nutricionales, factores térmicos fertilidad, espermatogénesis.

ABSTRACT

In Colombia the bovine systems production currently emphasize in increasing fertility and / or use of animals genetically selected that meet the characteristics ideals and determinants for increase the productivity indices. Fertility is the most influential factor and the cause of reduced conception rates. In unselected dwellers of breeding males, physiological and morphological aspects that hinder intercourse or reduce delays semen quality reproductive efficiency and limits genetic progress. The potential bull fertility may be affected due to thermal effects influential nutritional and reproductive performance. Information was collected on the direct or indirect factors, responsible for reproductive performance parameters of sperm assessment endocrine functions and adaptability in the middle.

Keywords: bovine, nutritional factors, thermal factors, fertility, spermatogenesis.

INTRODUCCIÓN.

El sector ganadero es parte fundamental en la industria nacional, el mejoramiento genético, es una de las herramientas que busca optimizar este sistema de producción en el trópico colombiano. Para la implementación de esta herramienta es necesario maximizar la eficiencia reproductiva.

Gran cantidad de los sistemas de producción bovina en Colombia se basan en la obtención de crías y la capacidad del servicio del toro, al el mayor número de hembras de forma exitosa en el menor tiempo posible. El comportamiento reproductivo de un toro depende de su capacidad de copular y fecundar, considerándose de gran influencia sobre la fertilidad, debido al aporte genético en las crías de los hatos ganaderos. La baja fertilidad puede ocasionar perdidas sustanciales en el número de crías obtenidas en un determinado periodo de tiempo (Rodriguez , 2012.)

El toro es responsable de la mitad del potencial genético de las crías y por consiguiente sus características productivas y reproductivas influyen en gran medida en el comportamiento de las futuras generaciones. (F. & B., 2005)

Con el fin de garantizar el potencial reproductivo de machos, que serán seleccionados en programas de reproducción y mejoramiento genético, es importante realizar un análisis que evalúe factores fisiológicos, morfológicos, comportamentales y calidad del material seminal. (Granados et al.,2013)

Cumpliendo con los estándares establecidos por la Sociedad Americana de Theriogenologia, la realización de la evaluación reproductiva del macho debe realizarse antes de iniciar la temporada de monta (30 a 60 días) y previo a la venta o compra de un toro como reproductor. (Sportt et al.,1998)

La aplicación rutinaria de las evaluaciones andrológicas en las ganaderías tiene como resultado el incremento en la eficiencia reproductiva de la producción. Aproximadamente el 25% de los toros al que no se le han realizado evaluaciones

andrológicas tienen cierto grado de subfertilidad e incluso esterilidad; por el contrario, en aquellos en los que anualmente se practican estas evaluaciones ese índice disminuye a un 13%. (F. & B., 2005)

La calidad del semen está determinada por el volumen de la eyaculación, movilidad y morfología de las células seminales. La nutrición, temperaturas ambientales extremas y las enfermedades pueden reducir la calidad del semen (Hernández, 2008)

Factores nutricionales hacen parte de las fallas reproductivas de los machos, cuando los requerimientos nutricionales carecen o se exceden afectan el potencial reproductivo dejando en segundo lugar las deficiencias por causas patológicas, endocrinas o infecciosa. (Hernandez, 2008)

Con el fin de potencializar la genética introducida en los sistemas de producción, es necesario tener en cuenta la habilidad de adaptación al medio y su capacidad de expresar su potencial reproductivo bajo condiciones térmicas en el trópico. (Granados et ál.,2013)

Dado el predominio de la agricultura extensiva y el apareamiento natural es necesario investigar los factores climáticos y los efectos de las estaciones en el semen de toros. (Oliveira, 2006)

La integridad anatómica y funcional del tracto reproductivo es determinante para lograr índices de eficiencia reproductiva en producciones ganaderas convencionales. Se ha dividido, estudiado y valorado las causas que ocasionan la infertilidad o subfertilidad en el macho, clasificándola en dos grupos: Impotencia coeundi y la Impotencia generandi. . (Rimbaud, 2005)

Impotencia coeundi.

Este grupo estudia y evalúa las causas que interfieren o obstaculizan la libido, erección, cópula y eyaculación. Dentro de las principales causas está la ausencia de libido o apetito sexual, el cual tiene origen en patologías que impiden o dificultan la exposición del pene (pene corto, flexión sigmoidea incompleta, erección defectuosa, contracción espasmódica, curvatura ventral por ruptura del frenillo, fibropapilomas, hematomas, inflamación, adherencias del prepucio, estenosis del orificio prepucial, ombligo péndulo, hernia umbilical y prolapsos del prepucio y pene) y las lesiones anquilosantes del aparato locomotor, que impiden o limitan el traslado de los toros y el salto copulatorio. (Orta, 2003).

Impotencia generandi.

Este grupo es el encargado de abarcar las patologías que impiden la fertilización normal del óvulo, como lo son las alteraciones de los espermatozoides ocasionadas durante su formación y maduración en los testículos, el trayecto por el epidídimo y las alteraciones de las glándulas accesorias. Estas patologías se relacionan con cambios climáticos, cantidad, calidad y cambios de alimentación y manejo. Entre las causas más comunes está la criptorquidia, hipoplasia testicular, degeneración, inflamación de los testículos, epidídimos y vesículas seminales causadas por agentes infecciosos o traumatismos, espermatocelo, granulomas, ausencia de segmentos del epidídimo o de los conductos deferentes, torsión y la inflamación del cordón espermático. (Rimbaud, 2005)

Evaluación de potencial reproductivo del macho bovino.

El sistema de evaluación desarrollado por la Sociedad Americana de Teriogenología (SFT), permite la certificación del estado reproductivo de acuerdo al resultado en los parámetros establecidos, realizándose examen físico (conformación general, órganos sexuales internos y externos), la evaluación de la libido, y la colecta y evaluación de semen. La clasificación de los toros se

establece mediante una puntuación numérica en tres categorías: Reproductor potencialmente satisfactorio, Reproductor potencialmente insatisfactorio y Reproductor cuestionable o aplazado. (Higdon, 2000)

Uno de los parámetros primordiales en la evaluación del potencial reproductivo del macho bovino es la calidad del semen y esta depende de tres factores fundamentales: Animal, Ambiente y Manejo del Semen. (Morillo, 2012)

Durante muchos años se ha buscado un método en la que la valoración seminal sea evaluada de forma rápida y segura para conocer la capacidad fecundante del material seminal (Rodríguez et ál., 2003.). Junto con las evaluaciones seminales utilizadas (volumen de eyaculado, concentración, vitalidad, morfología, motilidad espermática) se pueda comprobar el potencial de fertilidad. En las últimas décadas, han surgido pruebas complementarias que valoran la funcionalidad espermática, como el test de resistencia osmótica (ORT) que evalúa la integridad de la membrana acrosomal luego de la incubación en un medio hiposmótico, encontrándose correlaciones altas y positivas con la tasa de fertilidad in vivo (Aisen,2002.) resultados en los cueltos, los métodos convencionales de evaluación no puede mostrar evidenciada, esta reactividad es una característica fundamental para lograr una fertilización in vivo ya que sólo los espermatozoides que pueden realizar la reacción acrosomal de manera sincronizada con la fase de penetración del oocito, tienen la habilidad de pasar a través de la zona pelúcida y, como consecuencia, fusionarse con este, para formar un embrión.(Januskauskas et al., 2000).

Hasta un 40% de toros aparentemente normales, tienen problemas de fertilidad. Un toro con circunferencia escrotal alta, implica en general una mejor fertilidad, pero no es determinante de la producción de espermatozoides con potencial fecundante. (Mario Duchens).La tasa de fecundación y potencial reproductivo se vera afectado, de forma independiente a la concentración espermática, si el material seminal presenta baja motilidad y defectos morfológicos. (Grove, 1977.)

Se debe tener en cuenta que parámetros como el volumen eyaculado puede presentar variaciones de individuo a otro o entre el mismo, debido a múltiples factores ya sea derivados del grupo genético al que pertenecen, peso, edad, época del año, método de colección, alimentación; Salisbury y Van (1978) reportaron que no hay relación entre el potencial reproductivo de los toros y el volumen del eyaculado.

Efectos nutricionales determinantes en la fertilidad.

Se considera la nutrición como aspecto fundamenta para el desarrollo normal del estado fisiológico para el desempeño reproductivo en mamíferos. La magnitud del efecto que causan tanto las deficiencias como los excesos en la nutrición, pueden verse reflejada en la calidad del semen a nivel de los espermatozoides y del plasma seminal. (Lozano, 2009)

Cuando el trastorno metabólico afecta el tracto reproductivo se manifiesta como infertilidad. La infertilidad nutricional es especialmente importante en animales mantenidos en condiciones adversas o ambientes desfavorables, como en condiciones climáticas extremas y de baja disponibilidad y calidad del alimento. (Rúgeles, 2001)

Las funciones reproductivas son de escasa prioridad dentro de la escala de direccionamiento de nutrientes, estas funciones solo serán activadas cuando la demanda de nutrientes para mantenimiento, crecimiento y reserva haya sido superada. (Granja, 2012)

La nutrición es un factor determinante en la aparición de la pubertad, definida por Wolf (1965), como el momento en que un toro es capaz de producir un eyaculado con por lo menos 50 millones de espermatozoides, al menos 10% de motilidad progresiva y desarrollo sexual, involucrado a futuro en la calidad espermática. (Barth, 1999) Estudios realizados comprueban, que la edad más crítica en que la

influencia de la nutrición, es importante para el desarrollo sexual de un ternero oscila entre los 3 a 5 meses de edad. (Mapletoft et ál.,1998).

Los animales que reciben dietas balanceadas van a ser más precoces que individuos que se consideran subalimentados. (Vélez et ál., 2014). En mamíferos el desarrollo de la pubertad es retardado cuando el crecimiento es restringido. Este parámetro está asociado al peso corporal, tasa de crecimiento, porcentaje de grasa y relación entre grasa y proteína corporal. La prioridad por nutrientes y energía varía entre los órganos y el estado fisiológico del animal (Resende et ál., 2010). El inicio tardío de la madurez sexual disminuye la etapa productiva de los machos reproductores. (Campos, 2006)

El déficit nutricional tiende a atrasar el inicio de la pubertad, así como las dietas no balanceadas por exceso, generando alteraciones irreversibles en los toros, tanto a nivel físico como de calidad espermática. Efectos indirectos de sobrealimentación como obesidad y problemas de pezuñas y patas también pueden contribuir a una menor libido (Chenoweth et ál., 2000).

Igualmente se presentan efectos indirectos de la sobrealimentación sobre la espermatogénesis debido a la alteración en la termorregulación por el incremento de depósitos de grasa en la bolsa y cuello escrotal. (Munar, 2005.) Por ello, se debe evitar trabajar con toros de condición corporal aumentada, por lo tanto se busca un estado corporal normal de 5 a 7 administrando la alimentación necesaria para suplir las necesidades de mantenimiento (Sara R, 2013)

Energía

En la nutrición la causa más importante de fallas reproductivas, es el fracaso de los sistemas digestivo y hepático para aportar suficiente energía para el mantenimiento, crecimiento, desarrollo de las diferentes estructuras, tejidos y líneas celulares involucradas en los procesos reproductivos. La disponibilidad de

energía esta relacionada directamente con la pulsabilidad normal de la LH. (Hernandez, 2008)

Es necesario un correcto nivel de energía en la dieta para lograr un máximo crecimiento del parénquima testicular con un menor depósito de grasa, la cual deteriora la calidad seminal al comprometer la termorregulación. (Guarié, 2013).

El balance de dietas con pastos ricos que aporten energía, y un adecuado porcentaje de proteína, son favorables en el inicio de la pubertad, ya que favorecen un desarrollo testicular más rápido, especialmente durante edades entre 10 y 15 meses. (Chenoweth et ál., 2000).

El contenido altamente energético puede aumentar el peso, altura y circunferencia escrotal, sin afectar a la edad de pubertad o primer servicio, sin embargo, las raciones extremadamente bajas en energía pueden retrasar la pubertad y dañar de manera potencial la producción de espermatozoides. (George et ál.), como por ejemplo la calidad de los forrajes y suplementos utilizados en el trópico para la nutrición de animales son de principal atención y cuidado por las alteraciones que puedan estar generando en los sistemas de producción que afectan directamente los parámetros reproductivos.

En el toro la subnutrición afecta intensamente la función secretora de las glándulas accesorias provocando un descenso del 30 al 60% en las concentraciones de fructosa y ácido láctico del esperma. (Hernández, 2008). La subnutrición afecta la actividad androgénica y en segundo lugar a la espermatogénesis, retardando y deprimiéndola producción y características del semen. La corrección de estos efectos es menos exitosa en animales jóvenes dado al daño permanente en el epitelio germinal del testículo. (Grant, 2005)(Gordon, 2004)

Proteína

Los altos niveles de proteína en la dieta se corresponden con altos niveles de testosterona (Rekwot, 1997). Se puede presentar desbalance energético que puede llegar a bloquear la liberación de LH alterando la maduración espermática

en las células de Leyding (Hernandez, 2008). En dietas con excesivos niveles de proteína se elevan los niveles de urea en la sangre teniendo sobre los espermatozoides un efecto toxico. (Wattiaux, 1990)

El peso de las glándulas seminales, epidídimo y testículos fueron marcadamente menores en toros alimentados con niveles proteicos deficientes, y el diámetro de los túbulos seminíferos y su epitelio fue menor también (Barth et ál.,2008)

Vitaminas.

La función de la vitamina A en el crecimiento y desarrollo de los epitelios en todos los órganos se relaciona con el estado reproductivo de los machos, debido a que la ausencia de esta, promueve la degeneración de los tubos seminíferos en los terneros, suprimiendo la liberación de gonadotropinas hipofisarias, en otros casos la espermatogénesis se ve impedida y se alteran las funciones de las células de Sertoli y de Leydig. (Hernández, 2008)

La vitamina E tiene influencia sobre la maduración espermática ,su ausencia en el adulto produce la degeneración precoz del epitelio germinal, lo que afecta, en primer lugar, a las células más evolucionadas (los espermatozoides), perdiendo movilidad y aumentando la formación morfológicamente anormales ,llegando a la esterilidad completa. (Pita, 1997)

Manganeso.

El aparato reproductor tiene gran afinidad por el este mineral su déficit en la dieta produce disminución de en la fertilidad, causando atrofia testicular y disminuyendo la espermatogénesis.16 mg de manganeso por Kg de materia seca es el requerimiento para un optimo crecimiento testicular. (Hernandez, 2008)

Potasio.

En el macho, el exceso de potasio disminuye la fecundidad, altera las vesículas seminales e influye en la composición espermática. (Hernández, 2008). Esto

ocurre cuando el consumo de potasio excede la capacidad del riñón para eliminarlo retrasando la madurez sexual.

Efecto Endocrino regulado por factores nutricionales.

El desarrollo de los procesos endocrinos durante el periodo de maduración sexual, antecede a la formación de ejemplares aptos para la reproducción, que cumplan con los índices de fertilidad esperados en un sistema de producción. La ingestión de nutrientes y la reserva de energía regulan la secreción de hormonas que controlan la reproducción. En los terneros, las primeras 4 a 5 semanas después del nacimiento las concentraciones séricas de LH son bajas pero entre las 12 a 16 semanas de edad aumentan para llegar a un nivel máximo, alrededor de las 25 semanas las concentraciones disminuyen y se mantienen bajas pero variables hasta la pubertad.(Amann, 1983) (Bagu, 2006) (McCarthy, 1979) (Rodriguez, 1989)

Las concentraciones de testosterona séricas en aproximadamente 20 semanas de edad aumentan de forma lenta después del nacimiento y luego acelera su concentración durante las 20 a 35 semanas (Evans, 1996).Este rápido aumento de las concentraciones séricas de testosterona ocurre después del aumento temprano de la secreción de LH y cuando la producción de las células de Leydig es casi completa (Rawlings, 1995).

Para que estas concentraciones cumplan su función fisiológica normal, los factores nutricionales interviene en el mecanismo de control durante todo el periodo de maduración sexual, “El sensor metabólico” es un mecanismo de control entre la tasa metabólica y el balance energético. Trasformando señales de las concentraciones circulantes de hormonas específicas en señales neuronales que finalmente regulan al pulso generador de GnRH y controlan la reproducción. Hormonas indicadoras del metabolismo, como la leptina, insulina, hormona de crecimiento (GH) y el factor de crecimiento insulínico I (IGF-I), son las encargadas de llevar la información del estado nutricional al eje hipotálamo-hipófiso-gonadal y

afectan la función sexual (Brito, 2006). La correcta nutrición durante la cría da como resultado un período de elevación de la secreción LH permitiendo el aumento temprano de gonadotrofinas. Los niveles de insulina y el IGF-I, fueron mayores durante la cría de terneros que recibieron una nutrición de calidad, lo que involucra estas hormonas metabólicas en la regulación de la secreción de GnRH y LH. También los niveles de testosterona están relacionados a los niveles de IGF-I, se insinúa que estas hormonas controlan la función y número de células de Leydig. Además la nutrición adecuada durante la cría resulta en un mayor peso testicular y mayor producción espermática cuando estos alcanzan la madurez sexual, revelando que el incremento en los niveles de LH, IGF-I y testosterona durante el período peripuberal está asociado con una mayor proliferación de células. (Brito et ál., 2007)

El eje hipotálamo-pituitario-adrenal (HPA) controla la respuesta neuroendocrina durante el estado de estrés, aumento de las concentraciones plasmáticas de cortisol (Charmandari, 2005) esencial para la adaptación de los animales al medio ambiente. Estas condiciones plasmáticas de cortisol no afectan las características seminales.

Efecto de la temperatura en las características del semen y la fertilidad.

La termorregulación es el mecanismo en el cual los testículos buscan conservar una temperatura que oscila entre los 4 y 6 grados centígrados por debajo de la temperatura corporal (Johnson, 1997). La espermatogénesis requiere un buen funcionamiento del mecanismo de termorregulación, es posible la reducción de esta temperatura por medio de la acción conjunta del plexo pampiniforme, músculo cremáster, túnica dartos y glándulas sudoríparas. (Lozano, 2009)

El tejido testicular, especialmente en los túbulos seminíferos, son los principalmente alterados cuando la termorregulación no es la adecuada, conocido como degeneración testicular, causando déficit en la producción de espermatozoides tanto en cantidad como en motilidad y morfología normales pero

de mantenerse puede generarse ausencia de producción espermática y a una posterior atrofia testicular .(Brito et ál., 2004)

La espermatogénesis puede ser afectada negativamente por el incremento de la temperatura escrotal que puede ocurrir por procesos de inflamación, fiebre, o temperatura ambiental muy elevada. Cuando se afecta la espermatogénesis todos los estadios de espermatogonias mueren, las espermátides sufren anomalías estructurales y metabólicas, disminuye la proporción de espermatozoides vivos y progresivos móviles. (Kastelic et ál.,1997)

El estrés por calor a través del aislamiento escrotal da lugar a la disminución del porcentaje de espermatozoides con motilidad progresiva y los porcentajes de espermatozoides con aumento acrosomal. (Meyerhoeffer et ál., 1985)

El mecanismo por medio del cual el estrés tiene efecto en la calidad seminal es basado en el factor liberador de la hormona corticotropa (ACTH), el cual es el encargado de desencadenar las acciones de tipo inhibitorio tanto a nivel testicular como central con la inhibición de la hormona LH Este factor liberador de la hormona corticotropa se secreta a nivel hipotalámico, pero en situaciones estresantes también es producido por las células de Leydig donde se encuentran los principales receptores de LH bloqueados por medio de una proteína quinasa C en respuesta al estrés, impidiendo la producción de andrógenos.(Dufau et ál.,1993)

Se ha sugerido que los toros jóvenes son más sensibles al estrés ambiental que los toros adultos, debido posiblemente a que aun no han completado su madurez sexual y como consecuencia tienen menor adaptación, presentando diferencias significativas para movimiento progresivo individual y espermatozoides anormales siendo de los parámetros de fertilidad en toros. (Prieto, 2007)

Varios autores han concluido que altas temperaturas afectan la espermatogénesis, reduciendo la producción de espermatozoides e

incrementando el número de espermatozoides anormales, teniendo una reducción en la fertilidad del toro. (Riera et ál 1966) (Vandemark et ál, 1970)

El manejo rutinario en las producciones en las cuales son sometidos los animales, predispone a una marcada actividad de la corteza adrenal, (Herrera, 2011.). Así como la susceptibilidad que presentan determinados genotipos provenientes de zonas completamente diferentes a las zonas del trópico bajo, puede considerarse factores de importancia, causantes de falla reproductiva y fertilidad (Góngora et ál., 2010.)

Testículos con una temperatura menor en el microambiente testicular por su conformación alargada y distribución uniforme de los vasos sanguíneos y tejido espermático, optimiza los estándares seminales en condiciones ambientales tropicales (Bailey, 1996). De esta manera, cuando toros *Bos indicus* son expuestos a ambientes de alta temperatura, la disminución en la calidad espermática es menos frecuente y la recuperación mas rápida, al ser comparados con toros *Bos taurus* e híbridos (Brito et ál, 2004).La especie (*Bos indicus*) son conocidos por ser más termotolerantes en respuesta al estrés por calor de razas de origen europeo, las cuales se evidencia cambios de la calidad del semen. (Dufau ML, 1993) (Chenoweth PJ, 2000) (H, 2009.)(Phillips, 1943).

CONCLUSIONES

La evaluación andrológica y estudios de comportamiento permiten determinar en animales jóvenes el potencial reproductivo y establecer o adoptar los criterios de selección que permitan maximizar la fertilidad.

El estado nutricional influencia decisivamente el desempeño reproductivo y la productividad de un sistema ganadero. Los controladores nutricionales sobre la reproducción pueden ser mediados por nutrientes, metabolitos y hormonas. El consumo insatisfactorio y/o excesivo de energía, proteína y minerales disminuyen el potencial reproductivo.

Es necesario que la selección de los toros para alcanzar el nivel deseado de mejoramiento genético, además la importancia de el estudio de los factores ambientales que generan cambios en la producción espermática y condiciones del material seminal.

Es impórtate conocer los efectos que relacionan la madurez sexual, espermatogénesis, características fenotípicas y seminales de los reproductores con respecto a los requerimientos nutricionales y térmicos ya que nos permiten plantear estrategias para la evaluación y selección de toros para programas de monta natural en sistemas extensivos.

Referencias Bibliográficas.

- . Rodriguez Romero, E. y. (2012.). Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre calidad seminal en reproductores bovinos. . Fusagasugá.
- .Salisbury, G., Van Demark, N., & Lodge, J. (1978). Physiology of Reproduction and Artificial .
- Aisen, E. (2002.). Cryopreservation and post-thawed fertility of ram semen frozen in different trehalose concentrations. *Theriogenology*.
- Amann, R. W. (1983). Changes in the pituitary-gonadal axis associated with puberty in Holstein bulls. *Journal of Animal Science*.
- Aranguren-mendez, J. (1995). Pubertad en toretes 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo.
- Bagu, E. C. (2006). Postnatal changes in testicular gonadotropin receptors, serum gonadotropin, and testosterone concentrations and functional development of the testes in bulls. . *Reproduction* .
- Bailey TL. (1996). Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. *Theriogenology*.
- Barth A.D. Brito L.F.C, K. J. ((2008). The effect of nutrition on sexual development of bulls. *Theriogenology* , 485–494.
- Barth, A. (Junio de 1999). FACTORES QUE AFECTAN LA PUBERTAD DE LOS TOROS. *Department of Herd Medicine and Theriogenology, Westem College of Veterinary Medicine*.

- Brito L.F.C. (March de 2006). nutrition, metabolic hormones, and sexual development in bulls. *Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Large Animal Clinical Sciences University of Saskatchewan Saskatoon,.*
- Brito L.F.C., B. A. ((2007)). Effect of improved nutrition during calthood on serum metabolic hormones, gonadotropins, and testosterone concentrations, and on testicular development in bulls. *Domestic Animal Endocrinology.*
- Brito LFC, A. S. (2004). Testicular thermoregulation in Bos indicus, crossbred and Bos taurus bulls relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. *Theriogenology.*
- CAMPOS, R. (2006). La Suplementación como herramienta de manejo alimenticio para mejorar la eficiencia de la producción en los sistemas pastoriles. 27-28, Colombia .
- CHARMANDARI, E. (2005). Endocrinology of the stress response.
- Chenoweth. (2007.). Influence of the male on embryo quality. *Theriogenology*;
- Chenoweth PJ, C. C. (2000). Characterization of gossypol-induced sperm abnormalities in bulls. *Theriogenology* , 1193-203.
- Christensen, P. (2004.). A flow cytometric method fo rapid determination of sperm concentration and viability in mammalian and avian semen.
- De Alba, J., & Riera, S. (1966). Sexual maturity and spermatogenesis under heat stress in the bovine. *Animal Production.*
- Dufau ML, T. J. (1993). Corticotropin releasing factor: an antireproductive hormone of the testis. . *FASEB*, 299-307.
- Evans, A. P. (1996). Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. *Theriogenology.*
- F., L. T., & B., P. P. (2005). La evaluación andrológica: justificación y métodos. *Manual de Ganadería Doble Propósito.* .
- G., R. C., & Hernandez, É. A. (2008). Relación Nutrición y Fertilidad en Bovios. *Ciencia y tecnología para el país UNAL.*
- G., R. C., & Hernandez, É. A. (s.f.). Nutricion / f.
- George Perry, D. P. (s.f.). *DETERMINACIÓN DE LA FERTILIDAD REPRODUCTIVA DE TOROS PADRES.* Obtenido de www.produccion-animal.com.ar

- Góngora, A., & Hernández, A. (2010.). La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. *Rev. U.D.C.A*, 141-151.
- Gordon, I. (2004). *Controlled Reproduction in Farm Animals Series*. Recuperado el 24 de 06 de 2008
- Granados, R. A., & Carreño, A. S. (2013). Estudios andrológicos básicos como apoyo para el examen de toros criollos. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria* .
- GRANJA, S. Y. (2012). FACTORES NUTRICIONALES QUE INTERFIEREN EN EL DESEMPEÑO. *Revista Colombiana ciencia. Animal*, 1.
- Grant, F. (2005.). *Bovine Theriogenology*, . *Saunders Inc. snp* .
- Grove, D. (1977.). Diagnóstico Andrológico Ambulante en el Bovino en Países Cálidos. *Sociedad Alemana de Cooperación Técnica*.
- Guarié, E. A. (Noviembre de 2013). Nutrición del Toro y calidad seminal . *NUTRICIÓN Y ENFERMEDADES MÉDICAS EN PRODUCCIÓN*. Buenos Aires.
- H, Lozano. (2009.). FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD SEMINAL EN TOROS. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 258-272.
- Hereford. (2010). DEGENERACIÓN TESTICULAR EN TOROS .
- Hernández, R. C. (Julio de 2008). RELACION NUTRICION FERTILIDAD EN BOVINOS Un Enfoque Bioquímico y Fisiológico. *FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL* . Palmira, Colombia : UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Sede Palmira .
- Herrera, C. (2011.). *Indicadores Fisiológicos de estrés en Ganadería Bovina*. Obtenido de <http://www.engormix.com/MA-ganaderiaarne/sanidad/articulos/indicadores-fisiologicos-estres-ganaderiat3354/165-p0.htm>
- Higdon HL, S. J. (2000). Outcomes of breeding soundness evaluation of 2898 yearling bulls subjected to different classification systems. *Theriogenology*, 1321-1332.
- Januskauskas, A. A.-M. (2000). Assessment of sperm characteristics post-thaw and responde to calcium ionophore in relation to fertility in Swedish dairy AI bulls. *Theriogenology*.
- John P. Kastelic, R. B. (July 1997). Scrotal/Testicular Thermoregulation and the Effects of Increased Testicular Temperature in the Bull. *ScienceDirect* , 271-282.
- Johnson WH. (1997). The significance to bull fertility of morphologically abnormal sperm. *Bull Infertily*.

- Juan C. Boggio Devincenzi. (s.f.). Evaluación de la Aptitud Reproductiva Potencial y Funcional del Toro. *Instituto de Reproducción Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile.*
- LAGERLOF. (1956). Biological aspects of infertility in male domestic animals. *Proceedings of the Second World Congress of Fertility and Sterility.*
- LFC, B. (2004.). Testicular thermoregulation in Bos indicus, crossbred and.
- Mapletoft R. J., K. J. (1998). manejo y selección de toros de carne. 10-13.
- Mario Duchens, .. D. (s.f.). EXAMEN DE FERTILIDAD POTENCIAL A TOROS. *UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS DEPARTAMENTO FOMENTO DE LA PRODUCCION ANIMAL UNIDAD DE REPRODUCCION.*
- McCarthy, M. H. (1979). Serum hormone patterns associated with growth and sexual development in bulls. . *Journal of Animal Science* .
- Meyerhoeffer DC, W. R. (1985). Reproductive criteria of beef bulls during and after exposure to increased ambient temperature.
- Milangela Morillo, S. S. (2012). Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino . En I. N. INIA. Venezuela .
- Munar C. (2005.). efectos de la alimentación y la condición corporal sobre la fertilidad de toros. *Centro Biotecnológico de Reproducción Bovina* .
- OLIVEIRA, K. (2006). Influência das estações seca e chuvosa sobre as características seminais de touros das raças Nelore, Gir e Holandês criados a pasto.
- Orta, S. (2003). Baja Fertilidad En Los Toros Sementales. *Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA).*
- PHILLIPS, W. B. (1943). Seasonal variation in the semen of bulls.
- PITA, R. G. (1997). Funciones de la vitamina E en la nutrición humana. *Rev Cubana Aliment Nutr.*
- Prieto, E. (13 de Abril de 2007). EFECTO DEL INVIERNO Y VERANO SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE TOROS CRUZADOS. *Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia.*
- Rawlings, N. E. (1995). Androgen negative feedback during the early rise in luteinizing hormone secretion in bull calves. *Journal of Endocrinology* .
- Rekwot P., O. E. (1997). Age and Hourly Related Changes of Serum Testosterone and Spermogram of Prepubertal Bulls Fed Two Levels of Nutrition. *The Veterinary Journal* , 341-347.

- RESENDE, K., TEIXEIRA, I., & FERNANDES, M. (2010). Metabolismo de energia. *Nutrição de ruminantes (2ª edição)*, 323-344.
- Rimbaud, E. (Febrero de 2005). FISIOPATOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN.
- Rodriguez, R. W. (1989). Ontogeny of pulsatile secretion of gonadotropin-releasing hormone in the bull calf during infantile and pubertal development. *Endocrinology* .
- Rodríguez-Martínez, H. (2003.). Laboratory semen assessment and prediction of fertility: still utopia?
- Rúgeles, C. (2001). INTERRELACIONES ENTRE NUTRICIÓN Y FERTILIDAD EN BOVINOS. *Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Zootecnia. CÓRDOBA.*
- Sara R, .. (2013). comunicación personal.
- Sportt, L., Thrift, T., & Carpenter. (1998). Breeding soundness. *Agricultural Extension Service*. Texas, EE UU.
- VANDEMARK, L., & FRE, J. (1970). Temperature effects, in the testis. Nueva York, U.S.A.
- VARNER, D., & BLANCHARD, T. (2008). Techniques for evaluating selected reproductive disorders of stallions. *Animal Reproduction Science*,.
- Wolf, E. A. (1965). *Prepuberal Behavior and Puberal Characteristics of Beef Bulls on High Nutrient*, 761-765.