



UNIVERSIDAD DEL ZULIA
REVISTA CIENTÍFICA



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN

MARACAIBO, ESTADO ZULIA, VENEZUELA



CONCENTRACIÓN DE TESTOSTERONA INDUCIDA CON GnRH EN TOROS BRAHMAN Y SU RELACIÓN CON EL PERÍMETRO ESCROTAL, TIEMPO DE REACCIÓN Y NÚMERO DE SERVICIOS

Testosterone concentration induced with GnRH in Brahman bulls and its relationship to scrotal circumference, reaction time and number of services

Néstor Alonso Villa¹ y Alejandro Ceballos¹

Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. Apartado Aéreo 275.
Grupo de calidad de leche y epidemiología veterinaria¹. Correo electrónico: navilla@ucaldas.edu.co

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los niveles de testosterona (T) pre y pos administración de GnRH en toros Brahman y su posible relación con el perímetro escrotal (PE), el tiempo de reacción (TR) y el número de servicios (NS) en una prueba de capacidad de servicio. Se seleccionaron 26 toros con experiencia sexual, a los que se les determinó la concentración de T plasmática pre y pos administración de GnRH mediante radioinmunoanálisis. Posteriormente, cada toro fue expuesto a cinco novillas en celo durante 30 minutos (min). Se evaluó el comportamiento sexual de cada toro registrándose el TR y el NS. Los cambios en los niveles de T fueron analizados utilizando una prueba de "t" de Student. Además, se hicieron correlaciones entre T y PE, TR y NS. Asimismo, se hicieron análisis de sobrevivencia para el TR y el NS. Los niveles promedio de T pre y pos GnRH fueron de $5,6 \pm 0,9$ y $13,6 \pm 0,7$ ng/mL, respectivamente ($P < 0,001$). El PE fue de $39,7 \pm 2,9$ centímetros (cm). El TR en los toros que efectuaron servicio ($n=15$) fue de $8,5 \pm 7,4$ min y el NS promedio fue de $1,5 \pm 0,2$. No se encontraron correlaciones significativas entre estas variables. El PE no está asociado con el comportamiento sexual de los toros Brahman, y los toros que efectuaron un mayor NS tuvieron un menor TR.

Palabras clave: Capacidad de servicio; Brahman; testosterona; tiempo de reacción.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate serum testosterone (T) before and after the injection of GnRH in Brahman bulls, and its eventual association to scrotal circumference (PE), reaction time (TR), and number of services (NS) during a serving capacity test. Twenty-six bulls with breeding experience were selected. The serum T concentration before and after the administration GnRH were determined by radioimmunoassay. Subsequently, each bull was exposed to five heifers in estrus for 30 minutes (m). The sexual behavior of each bull was evaluated by recording the TR and the NS. Changes in testosterone levels were analyzed using a Student's *t*-test. In addition, correlation analyzes were performed between T with PE, TR and NS. Also, survival analysis for the TR and the NS were done. The mean pre- and post GnRH levels were 5.6 ± 0.9 and 13.6 ± 0.7 ng/mL, respectively ($P < 0.001$). The PE was 39.7 ± 2.9 centimeters (cm). The TR in the bulls that performed service ($n=15$) was 8.5 ± 7.4 min and the NS was 1.5 ± 0.2 . No significant correlations were found. The PE was not associated to sexual behavior of Brahman bulls, and those bulls that made a higher NS had a lower TR.

Key words: Serving capacity; Brahman; testosterone; reaction time.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina *Bos taurus* y *Bos indicus* en varios países de Latinoamérica está basada en la crianza a pastoreo, en la cual la eficiencia reproductiva y la tasa de crecimiento son usualmente deficientes. El éxito reproductivo es uno de los más importantes factores que condicionan la rentabilidad; de allí la importancia de la fertilidad del toro en el rendimiento general del hato, debido al efecto que tiene sobre las tasas de natalidad y la transmisión de caracteres genéticos [39].

La testosterona (T) es la principal hormona masculina, sintetizada en las células de Leydig, responsable de las características secundarias del macho, además de favorecer la espermatogénesis. Aproximadamente el 97% de la T se liga a proteínas, principalmente a la albumina plasmática y con mayor afinidad a la globulina fijadora de hormonas sexuales en el torrente sanguíneo [24]. Intentos de relacionar los niveles de T con características reproductivas como morfología espermática, volumen del eyaculado y el perímetro escrotal (PE) en toros ha sido motivo de varios estudios [5, 37].

El PE es uno de los parámetros de importancia a considerar en la evaluación de la fertilidad del toro por su facilidad de medición y su correlación genética con la libido, rasgos físicos y morfología seminal [15, 32, 39]. Además, es una característica que tiene una heredabilidad relativamente alta y es susceptible de mejorar mediante selección genética [22].

Existen diversas pruebas para evaluar la capacidad de servicio y la libido en los toros, buscando predecir su comportamiento sexual bajo condiciones naturales de campo. En este aspecto, toros con una mayor capacidad de servicio en pruebas de 40 minutos (min) tuvieron porcentajes de concepción más altos en novillas al primer estro (95,3 %) que los toros con baja capacidad de servicio (40,3%) bajo condiciones de monta natural [6]. En oposición, otros estudios indican que estas pruebas de comportamiento no son un predictor de la fertilidad de los toros en condiciones de pastoreo [4]. Así mismo, se han encontrado diferencias entre razas y entre individuos de la misma especie, estudiando la libido y capacidad de servicio en toros Brahman y Nelore [35].

La capacidad de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) de incrementar los niveles circulantes de hormona luteinizante (LH) y T a nivel de células de Leydig en toros ha sido ampliamente descrita; además, son varios los estudios que han buscado relacionar los niveles T inducidos con GnRH y características reproductivas como calidad seminal y tasas de preñez [5, 20]. En vista de los pocos antecedentes de la eventual relación que podrían tener los niveles de T con PE, TR y NS en toros Brahman; la hipótesis de este trabajo fue que los toros que tienen mayores concentraciones de T pos administración de GnRH tienen un mayor PE y un menor TR y mayor NS. Así, el objetivo de este estudio fue determinar los niveles de T pre y pos administración de GnRH en toros Brahman y su posible relación con el PE, el TR y el

NS en una prueba de capacidad de servicio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y animales

El estudio se realizó con 26 toros de la raza Brahman registrados, con edades entre 3 y 5 años (a), con experiencia sexual y probada fertilidad (hijos nacidos o vacas en gestación), pertenecientes a ocho explotaciones ganaderas ubicadas en los departamentos del Valle del Cauca, Caldas y Risaralda (Colombia). El número de toros por cada explotación varió entre 2 y 5. Al momento de la prueba, todos los toros se encontraban en una condición corporal entre 6 y 8, de acuerdo a Richards y col. [33] Los toros estaban alimentados con pasto *Brachiaria* (*Brachiaria decumbes*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*) e India (*Panicum maximum*), además de sales minerales y agua a voluntad.

Aplicación de GnRH y muestras

Los toros seleccionados para este estudio tuvieron una abstinencia sexual mínima de una semana antes de la realización de la prueba de comportamiento. Entre dos y tres días (d) antes de la misma se realizó un examen clínico general y un examen andrológico a cada uno de los toros, para cerciorarse que se encontraban en buenas condiciones físicas para la prueba. El examen andrológico se realizó de acuerdo a la metodología establecida por Sociedad Americana de Teriogenología [19], lo cual incluyó además una medición del PE usando una cinta escrotal (Nasco®. WI, EUA) sin incluir toma de muestras de semen. La medición del PE se hizo una vez que se retrajeron ventro-caudalmente los testículos tomando la medida en el punto más ancho del escroto.

Inmediatamente después del examen clínico, se tomó una muestra de sangre (10 mL) a cada uno de los toros mediante venopunción coccígea empleando el sistema de tubos al vacío sin anticoagulante (Vacutainer® B-D, Franklin Lakes, EUA) entre las 7 y 9 de la mañana para medir la concentración de testosterona 1 (T1), e inmediatamente se administraron 0,02 miligramos (mg) de un agonista de GnRH (Conceptal®)¹ vía intramuscular. Dos horas (h) y media más tarde se colectó una segunda muestra de sangre para medir los eventuales cambios en los niveles de la testosterona 2 (T2). Las muestras fueron centrifugadas a 1500 g por 15 min usando una centrifuga (Kubota 6500, Kubota Corp., Tokio, Japón) y el plasma fue congelado a -20 °C (Fischer Scientific TSX2320FD, Reino Unido) hasta la determinación de la concentración de T por el método de radioinmunoensayo [5]. Para esto, se utilizó un reactivo comercial (TESTO-CT2®. Cisbio International, Codolet, Francia) y los resultados se expresaron en ng/mL. Los coeficientes de variación intra e inter-ensayo fueron de 2,0 y 11,1%, respectivamente.

Inducción de celo

Siete hembras por predio, con edades entre 2 y 4 a y con pesos entre 350 y 420 kilogramos (kg), clínicamente sanas, fueron

¹Conceptal® 1 mL contiene 0,0042 mg de acetato de buserelina

sincronizadas con un progestágeno comercial (Crestar®)². El implante se colocó en la oreja (d 0) y se retiró nueve d después. La observación del celo comenzó el d de remoción del implante y se realizó 2 veces/d durante 30 min con la presencia de un toro recelador preparado para que no efectuara la cópula. La prueba con los toros se inició cuando al menos cinco hembras mostraron claros indicios de celo.

Comportamiento sexual de los toros

Cada toro se colocó el día de la prueba en un potrero de aproximadamente 1,5 hectáreas (has) con las cinco hembras en estro por 30 min. Las hembras estaban libres y los toros tuvieron una estimulación previa de 10 min mientras estaban en un corral adyacente. Al ingreso del toro al potrero se empezó a grabar el comportamiento sexual mediante una cámara de video (Sony, DCR-SR65, India) colocando especial énfasis en el TR y al NS. Se entiende como TR, el tiempo transcurrido entre el momento en que entra el toro en contacto con las hembras en celo y efectúa el primer servicio, y como servicio la introducción del pene en la vagina de la novilla acompañado de empuje pélvico.

Para evitar alteraciones en el comportamiento de los toros, el observador se ubicó por fuera del potrero o a una distancia mínima de 30 metros (m). La prueba se realizó en las mañanas entre las 06:00 y 11:00 o en la tarde, entre las 16:00 y 18:30. En los casos de haber más de un toro por predio, el segundo macho ingresó al final de la primera prueba y con las mismas novillas. Ningún toro fue sometido a la prueba en más de una ocasión y el tiempo de estudio entre el primero y el último toro fue de dos meses (mes).

Análisis de los datos

El análisis estadístico de los niveles de T pre y pos administración de GnRH se realizó mediante una prueba "t" de Student [30]. Además, se correlacionaron los niveles de T inducidos con GnRH y las variables objeto del estudio (PE, TR y NS), acompañada de un análisis de sobrevivencia para determinar el TR y el momento en que los toros efectuaron servicios [14]. Los datos se analizaron mediante el programa estadístico Stata 14.0 (StataCorp, College Station, TX, EUA) y los resultados se presentan como promedio y el error estándar (EE) del modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concentración de T pre y pos administración de GnRH

Los niveles de T pre administración de la GnRH (T1) oscilaron entre 0,19 y 16,3 ng/mL, con un promedio de $5,6 \pm 0,9$ ng/mL y las concentraciones de T luego de la administración de la GnRH (T2) fluctuaron entre 6,9 y 20,8 ng/mL con un promedio de $13,6 \pm 0,7$ ng/mL. La administración de 0,02 mg de acetato buserelina en toros Brahman produjo un aumento significativo en la concentración de T sanguínea, 150 min después del tratamiento ($P < 0,001$). El promedio de la diferencia en los niveles de T1 y T2

fue de $8,0 \pm 1,1$ ng/mL (FIG. 1). Estos resultados están de acuerdo con Thompson y col. [36] quienes observaron un aumento de T después de la aplicación de GnRH en toros jóvenes *Bos taurus*. Sin embargo, se ha encontrado que en toros Brahman, los niveles de T son menores cuando se les compara con razas europeas, lo que estaría de acuerdo con lo observado en este estudio [16]. Los toros con bajos y altos niveles de T después de aplicar GnRH a una edad de 29 mes también lo fueron a los 43 mes de edad, lo que indicaría un posible componente genético en los tejidos que modulan esta respuesta [31].

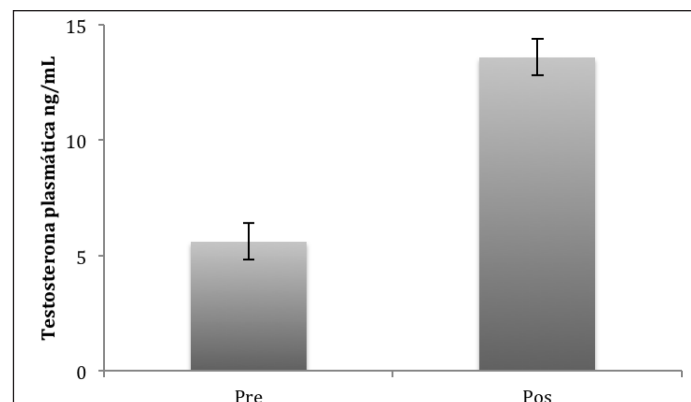


FIGURA 1. NIVELES DE TESTOSTERONA PRE Y POS ADMINISTRACIÓN DE GnRH EN TOROS BRAHMAN

En países subtropicales se ha observado en toros *Bos indicus*, una relación entre la variación estacional de T y la fertilidad; los toros normalmente muestran picos altos de T en verano y una disminución en invierno, pero algunos toros no muestran este comportamiento y se consideran atípicos caracterizándose por su baja fertilidad, mientras que los toros que responden normalmente a los cambios básicos de luz son altamente fértiles, lo que hace suponer una relación entre la fertilidad y los niveles de T, los que varían dependiendo de la época del año [26]. La menor respuesta en niveles de T a GnRH observada en algunos toros en este estudio puede ser debida a niveles de T altos al momento de la administración inyección con GnRH, entonces puede haber una menor respuesta a un nuevo estímulo por parte de las células de Leydig. Resultados similares se describe en toros Holstein al inyectar LH y evaluar los niveles de T plasmática [23].

Además, se observó un amplio rango de respuesta a la GnRH entre los toros que fluctuó entre $-0,2$ y $17,7$ ng/mL. Efectos similares se han descrito en toros europeos debido probablemente a que la T se libera en forma intermitente alternando con periodos de relativa inactividad durante el d, además de que cada individuo posee un patrón característico en la liberación de hormonas [23,24].

Perímetro escrotal (PE)

El PE de los 26 toros fluctuó entre 36,0 y 48,0 cm, con un promedio de $39,7 \pm 2,9$ cm. El PE está dentro de los rangos observados en toros Brahman y coincide con lo encontrado en Australia y Canadá, donde no se observaron diferencias marcadas

²Crestar® Cada implante contiene: Norgestomet 3 mg. Solución inyectable de: Norgestomet 3 mg Valerato de estradiol 5 mg.

en el desarrollo testicular de varios genotipos que incluían las razas Brahman, Africander y varias razas europeas [28,39].

El PE tuvo una correlación baja con los niveles de T1 $r = 0,35$ ($P=0,08$) y con la T2 la correlación fue negativa $r = -0,005$ ($P=0,1$), al correlacionar la diferencia entre las dos concentraciones de T con el PE ésta fue de $r = -0,035$ ($P=0,1$).

De otra parte, el PE está relacionado con el porcentaje de espermatozoides normales, pero no es un predictor de la libido y la fertilidad en toros [9, 36]. En este mismo sentido, se ha observado que toros con un PE inferior a 34 cm tienen un mayor porcentaje de espermatozoides anormales y al ser expuestos a vacas tuvieron un menor número de vaca gestantes [39].

La relación entre PE y niveles de T han sido objeto de estudios que han generado resultados dispares. En un estudio en toros Guzerat jóvenes se encontró una asociación entre los niveles de T con el PE, peso corporal (PC) y el volumen seminal [13]. En este mismo sentido, en Colombia y también con toros Guzerat, Pérez y col. [27] hallaron correlaciones altas y positivas de las variables edad, motilidad progresiva, vigor y concentración espermática con el PE. Con respecto a la relación que pudiera existir entre el PE y la libido, los resultados no son concluyentes; con toros Nelore en Brasil se encontró que a mayor libido el PE fue menor, mientras que en toros Brahman se encontró una baja correlación entre el NS y el PE [4, 32].

De acuerdo con otro estudio, la libido puede ser una herramienta útil en la evaluación de la fertilidad del toro, y ésta se correlacionó en toros Nelore con varias características morfológicas del semen, con el PC y la consistencia testicular, pero no con el PE [32]. En una revisión sistemática, evaluando los rasgos masculinos en bovinos y su asociación con varios aspectos reproductivos de la descendencia se encontró que, la concentración sérica del factor crecimiento¹ insulínico tipo 1 (IGF-1) en toros prepúberes está correlacionada positivamente con el PE y motilidad de los espermatozoides y se relaciona genéticamente con la edad al primer parto de la descendencia de hembras y la tasa de preñez [8].

Es de resaltar que bajo las condiciones de este estudio, aunque no fue significativa la regresión, se observó que los toros que tuvieron un mayor PE tuvieron una menor diferencia en los niveles

de T2 y T1. A este respecto no se encontraron antecedentes de literatura que expliquen esta asociación negativa. Así mismo, dos toros tuvieron un PE de 46 y 48 cm y la respuesta en la diferencia de T2 y T1 en ellos fue de 4,5 y 1,5 ng/mL, respectivamente. Lo anterior pudiera deberse a un aumento patológico de los testículos que no se detectó al examen andrológico de los toros y podría ser la causa de la menor respuesta a la GnRH o por coincidencia al momento de la primera muestra de T, ésta estuvo alta, lo que induciría una menor respuesta al GnRH.

Aunque no se evaluaron las características espermáticas de los toros, Amann y Schanbacher [1] definen la producción diaria de espermatozoides (epz) como el número de epz producidos por gramo (g) de tejido testicular. Lo que indica que el PE es un carácter de mucha importancia al proveer una estimación aproximada del parénquima testicular. En este aspecto, se ha observado que los niveles de T inducidos con GnRH no tienen relación con la calidad espermática y el proceso de espermatogénesis dependería de otros factores y muchas otras hormonas [5].

Con respecto a la heredabilidad del PE, esta medida puede ser una guía en el mejoramiento reproductivo de las hembras, particularmente en la disminución de la edad al primer servicio y por lo tanto, edad al primer parto, como también con la morfología espermática [34,37]. Se ha observado una correlación genética entre el PE en machos Brahman a los 12 meses de edad y la edad a la pubertad en la progenie de sus hijas de $-0,41$ [21].

Tiempo de reacción (TR) y número de servicios (NS)

El TR, el NS y los niveles de T1 y T2 y su diferencia no se correlacionaron significativamente ($P < 0,05$) (TABLA I). El TR en los toros que efectuaron servicio fue de $8,5 \pm 7,4$ min con un tiempo mínimo de 1 min y un máximo de 23 min. De los 26 toros, 15 efectuaron servicio (57,7%), distribuidos así: 9 toros un servicio (60%), 4 toros dos servicios (27%) y 2 toros tres servicios (13%), El NS promedio que efectuaron los toros fue de $1,5 \pm 0,2$ con un intervalo de confianza al 95% que fluctuó entre 1,2 y 1,9 servicios.

En el análisis de sobrevivencia se observó que, los toros que efectuaron tres servicios en la prueba de capacidad de servicio tuvieron un menor TR (FIG. 2). En general, el 53% de los toros tuvo un TR inferior a 5 min. Esto indicaría que el mayor o menor

TABLA I
COEFICIENTES DE REGRESIÓN, ERROR ESTÁNDAR, VALOR DE P, INTERVALO DE CONFIANZA ENTRE LA DIFERENCIA DE LA RESPUESTA DE LA TESTOSTERONA PRE Y POS APLICACIÓN DE GnRH CON EL PERÍMETRO ESCROTAL, TIEMPO DE REACCIÓN Y EL NÚMERO DE SERVICIOS EN TOROS BRAHMAN

Diferencia de T2-T1	Coefficiente	EE	P	IC 95%
Perímetro escrotal	-0,788	0,508	0,150	-1,907 - 0,331
Tiempo de reacción	0,214	0,230	0,373	-0,292 - 0,720
Servicios	-1,953	2,124	0,378	-6,628 - 2,722
Constante	39,428	20,204	0,077	-5,042 - 83,897

tiempo que gastan los toros para efectuar el primer servicio no está asociado a los niveles de T. Sin embargo, hay evidencias de las diferencias entre razas bovinas en la expresión de la libido, como también el efecto de la experiencia sexual, pero no se ha demostrado que la libido esté relacionada con la fertilidad [4, 29]. Toros Normando efectúan un mayor número de servicios y tienen un TR menor, no obstante cuando se compara con toros *Bos indicus* se debe considerar que son dos especies diferentes y por lo tanto, no se deben comparar en cuanto a su comportamiento sexual [11, 38].

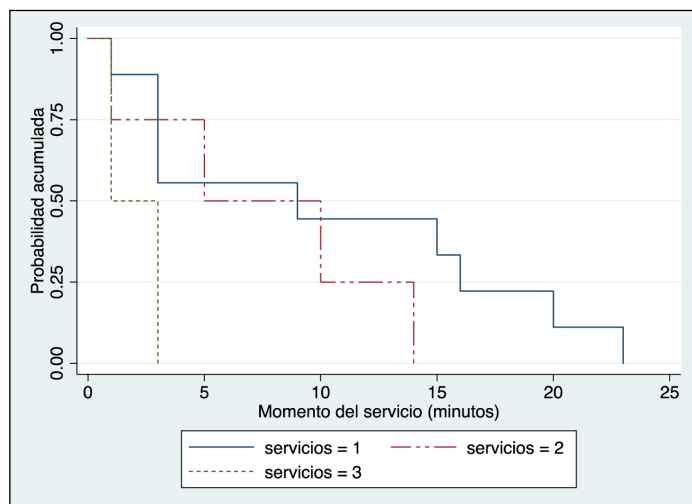


FIGURA 2. PROBABILIDAD ACUMULADA DEL NÚMERO DE SERVICIOS EFECTUADOS POR 15 TOROS BRAHMAN EN UNA PRUEBA DE CAPACIDAD DE SERVICIO

Se ha observado que la concentración de T antes de la administración de GnRH es alta en toros con alta libido y pos administración de GnRH es similar en toros de alta y baja libido, señalándose que la concentración de T no es útil como indicador de la libido en toros [9]. También, se ha observado que los toros con pobre calidad seminal tienen una tardía y menor concentración de T en respuesta a la hormona y también menores niveles de estrógenos [12].

Toros con niveles circulantes de T similares, difieren marcadamente en su capacidad de servicio y se debería a la mayor o menor respuesta de las células somáticas al umbral de T [7]. Evaluando el comportamiento sexual en toros Holstein y su relación con algunas hormonas, se encontró que la relación E_2 : T era mayor en los toros con baja libido en comparación con los de alta libido, además, la libido no se correlacionó con hormonas como la T y la prolactina, y tampoco con el volumen y la concentración espermática [18].

En el presente estudio se observó que el 57,7% de los toros efectuó al menos un servicio con un promedio general de 1,5 servicios; en Australia y México en pruebas similares y con toros de la misma especie se halló un porcentaje inferior de servicios, concluyendo que el genotipo y la edad afectan el comportamiento

sexual de los toros [4, 35].

Los toros expuestos a hembras sexualmente receptivas y libres, como se realizó en esta investigación, provocan una mayor respuesta sexual que cuando las hembras están restringidas, ya que los toros *Bos indicus* son más tímidos en presencia de hembras restringidas o presencia de investigadores [2, 10]. Sin embargo, también se ha descrito que en pruebas de comportamiento sexual, los toros Brahman, con hembras restringidas no tuvieron similar número de servicios [4]. En un trabajo comparando el comportamiento sexual de toros a campo, previo uso de la vagina artificial para la toma de la muestra de semen y el método de electroeyaculación, se encontró que los toros que no respondieron a la vagina artificial tuvieron significativamente un menor NS en pruebas de campo [3]. En este sentido, Masaky y Ohta [25] sostienen que, el apareamiento ocurre al tiempo de presentarse el pico de la LH, cuando el toro percibe feromonas mediadas por hormonas esteroides que estarían involucradas en el comportamiento de monta en el ganado bovino.

Así mismo, con toros de varias razas en Australia no se observó una relación consistente entre el PE y su tono con el número de servicios [4]. Sin embargo, Galina y col. [17] sostienen que el comportamiento sexual de los toros involucran dos componentes: el primero es la habilidad de identificar la hembra en celo y el segundo es la capacidad de servirla y que la libido no está relacionada con la calidad seminal como tampoco con el PE. Además, indican que los toros *Bos indicus* gastan más tiempo en detectar las hembras en celo [17]. Por lo anterior es posible obtener una excelente calidad de semen de un toro con baja libido.

En toros Brahman con una edad superior a 4 a, se encontró una correlación significativa entre el número de montas y el PC; no obstante, esta asociación no se observó en otras razas. Estos resultados permiten sugerir que las correlaciones entre caracteres sexuales y características físicas pueden ser utilizados en el mejoramiento reproductivo del ganado *Bos indicus* a nivel de trópico [4]. Estos mismos autores sostienen que las pruebas de comportamiento sexual no son un predictor consistente de la producción de terneros nacidos cuando los toros están bajo condiciones de pastoreo. Es de resaltar que los problemas reproductivos en los toros están influenciados por factores como manejo, edad, nutrición y problemas relacionados con la hembra como son muerte embrionaria y el anestro [17].

Aunque no fue objeto de este estudio, es de resaltar que todos los toros mostraron interés sexual y el número de montas en promedio por toro fue de $9,8 \pm 1,3$ y no se observó relación entre el número de montas con el NS ($P=0,9$), como tampoco con las otras variables analizadas.

CONCLUSIONES

La concentración de T pre y pos administración de GnRH y su diferencia en toros Brahman no se relacionó con el PE, TR, ni con el NS. El PE no estuvo asociado al comportamiento sexual de los

toros Brahman bajo las condiciones de este estudio, pero, es un criterio importante de selección y fundamental al momento de la evaluación andrológica. En las pruebas de capacidad de servicio, los toros Brahman que efectúan un mayor NS tienen un menor TR y se esperaría que los toros efectúen al menos un servicio en media h. Por lo anterior, estas pruebas son una oportunidad de selección y mejorar la eficiencia reproductiva de los toros a nivel del trópico.

AGRADECIMIENTO

A la Vicerrectoría de Investigaciones y postgrados de la Universidad de Caldas, Colombia, por el apoyo para ejecutar este proyecto, y a los propietarios y empleados de las empresas ganaderas donde se realizó el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMANN, R. P.; SCHANBACHER, B. D. Physiology of male reproduction. **J. Anim. Sci.** 57: 380-403. 1983.
- [2] BAILEY, J. D.; ANDERSON, L. H.; SCHILLO, K. K. Effects of sequential or group exposure to unrestrained estrual females on expression of sexual behavior in sexually experienced beef bulls. **J. Anim. Sci.** 83: 1801-11. 2005.
- [3] BARTH, A. D.; ARTEAGA, A. A.; BRITO, L. F. C.; PALMER, C. W. Use of internal artificial vaginas for breeding soundness evaluation in range bulls: an alternative for electroejaculation allowing observation of sex drive and mating ability. **Anim. Reprod. Sci.** 84: 315-25. 2004.
- [4] BERTRAM, J. D.; FORDYCE, G.; MCGOWAN, M. R.; JAYAWARDHANA, G. A.; FITZPATRICK, L. A.; DOOGAN, V. J.; DE FAVERI, J.; HOLROYD, R. G. Bull selection and use in northern Australia: 3. Serving capacity tests. **Anim. Reprod. Sci.** 71: 51-66. 2002.
- [5] BHARATH-KUMAR, B. S.; PANDITA, S.; PRAKASH, B. S.; MALLICK, S.; MOHANTY, T. K.; MANDAL, D. K.; MILI, B. Luteinizing hormone, testosterone and total estrogens response to exogenous GnRH in crossbred bulls with differing semen quality. **Livest. Sci.** 174: 150-3. 2015.
- [6] BLOCKEY, M. Relationship between serving capacity of beef bulls as predicted by the yard test and their fertility during paddock mating. **Aust. Vet. J.** 66: 348-51. 1989.
- [7] BLOCKEY, M. A. D.; GALLOWAY, D. B. Hormonal control of serving capacity in bulls. **Theriogenol.** 9: 143-51. 1978.
- [8] BURNS, B. M.; GAZZOLA, C.; HOLROYD, R. G.; CRISP, J.; MCGOWAN, M. R. Male reproductive traits and their relationship to reproductive traits in their female progeny: a systematic review. **Reprod. Domest. Anim.** 46: 534-53. 2011.
- [9] BYERLEY, D. J.; BERTRAND, J. K.; BERARDINELLI, J. G.; KISER, T. E. Testosterone and luteinizing hormone response to GnRH in yearling bulls of different libido. **Theriogenol.** 34: 1041-9. 1990.
- [10] CHENOWETH, P. J. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. **Theriogenol.** 16: 155-77. 1981.
- [11] 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. **Theriogenol.** 12: 223-33. 1979.
- [12] DEVKOTA, B.; TAKAHASHI, K. I.; MATSUZAKI, S.; MATSUI, M.; MIYAMOTO, A.; YAMAGISHI, N.; OSAWA, T.; HASHIZUME, T.; IZAIKE, Y.; MIYAKE, Y. I. Basal levels and GnRH induced responses of peripheral testosterone and estrogen in Holstein bulls with poor semen quality. **J. Reprod. Develop.** 57: 373-8. 2011.
- [13] DIAS, J. C.; EMERICK, L. L.; ANDRADE, V. J. D.; MARTINS, J. A. M.; VALE-FILHO, V. R. D. Concentrações séricas de testosterona em touros jovens guzerá e suas associações com características reprodutivas. **Arch. Vet. Sci.** 19: 24-31. 2014.
- [14] DOHOO, I. R.; MARTIN, S. W.; STRYHN, H. Modelling survival data. In: Veterinary Epidemiologic Research. VER, Incorporated. Charlottetown, Prince Edward Island, Canada. Pp 467-522. 2009.
- [15] ELER, J. P.; SILVA, J. A. I. V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. **J. Anim. Sci.** 82: 2519-27. 2004.
- [16] FIELDS, M. J.; HENTGES, J. F., JR.; CORNELISSE, K. W. Aspects of the sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. **Theriogenol.** 18: 17-31. 1982.
- [17] GALINA, C. S.; HORN, M. M.; MOLINA, R. Reproductive behaviour in bulls raised under tropical and subtropical conditions. **Horm. Behav.** 52: 26-31. 2007.
- [18] HENNEY, S. R.; KILLIAN, G. J.; DEEVER, D. R. Libido, hormone concentrations in blood plasma and semen characteristics in Holstein bulls. **J. Anim. Sci.** 68: 2784-92. 1990.
- [19] HOPKINS, F. M.; SPITZER, J. C. The New Society for Theriogenology Breeding Soundness Evaluation System. **Vet. Clin. N. Am-Food A.** 13: 283-93. 1997.

- [20] JIMÉNEZ-SEVERIANO, H.; MUSSARD, M. L.; FITZPATRICK, L. A.; D'OCCHIO, M. J.; FORD, J. J.; LUNSTRA, D. D.; KINDER, J. E. Testicular development of Zebu bulls after chronic treatment with a gonadotropin-releasing hormone agonist. **J. Anim. Sci.** 83: 2111-22. 2005.
- [21] JOHNSTON, D. J.; CORBET, N. J.; BARWICK, S. A.; WOLCOTT, M. L.; HOLROYD, R. G. Genetic correlations of young bull reproductive traits and heifer puberty traits with female reproductive performance in two tropical beef genotypes in northern Australia. **Anim. Prod. Sci.** 54: 74-84. 2013.
- [22] KASTELIC, J. P. Understanding and evaluating bovine testes. **Theriogenol.** 81:18-23. 2014.
- [23] KATONGOLE, C. B.; NAFTOLIN, F.; SHORT, R. V. Relationship between blood levels of luteinizing hormone and testosterone in bulls, and the effects of sexual stimulation. **J. Endocrinol.** 50: 457-66. 1971.
- [24] MANN, T.; LUTWAK-MANN, C. Male reproductive function and the composition of semen: general considerations. In: *Male Reproductive Function and Semen: Themes and Trends in Physiology, Biochemistry and Investigative Andrology*, Ed. Springer London, London. Pp 1-37. 1981.
- [25] MASAKY, J.; OHTA, M. Mating behaviour of a bull for oestrus synchronised cows and a possible involvement of pheromonal factors. In: *Pheromones and reproduction*, Ed. The Parthenon Publishing Group Limited, Carforth, UK. Pp 63-75. 1990.
- [26] MCCOSKER, T. H.; TURNER, A. F.; MCCOOL, C. J.; POST, T. B.; BELL, K. Brahman bull fertility in a north Australian rangeland herd. **Theriogenol.** 32: 285-300. 1989.
- [27] PÉREZ, J.; CHACÓN, L.; OTERO, R. J.; CARDONA, J.; ANDRADE, F. Relación entre la circunferencia escrotal, el crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros de raza Guzarat, desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. **Rev. Med. Vet.** 73-87. 2014.
- [28] PERRY, V. E. A.; CHENOWETH, P. J.; POST, T. B.; MUNRO, R. K. Patterns of development of gonads, sex-drive and hormonal responses in tropical beef bulls. **Theriogenol.** 35: 473-86. 1991.
- [29] PETHERICK, J. C. A review of some factors affecting the expression of libido in beef cattle, and individual bull and herd fertility. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 90: 185-205. 2005.
- [30] PETRIE, A.; WATSON, P. Hypothesis Tests 1. The *t*-test: Comparing One or Two Means. In: *Statistics for Veterinary and Animal Science*. Blackwell Science. UK. Pp 85-96. 2013.
- [31] POST, T. B.; CHRISTENSEN, H. R.; SEIFERT, G. W. Reproductive performance and productive traits of beef bulls selected for different levels of testosterone response to GnRH. **Theriogenol.** 27: 317-28. 1987.
- [32] QUIRINO, C. R.; BERGMANN, J. A. G.; VALE-FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; REIS, S. R.; MENDONÇA, R. M.; FONSECA, C. G. Genetic parameters of libido in Brazilian Nellore bulls. **Theriogenol.** 62: 1-7. 2004.
- [33] RICHARDS, M. W.; SPITZER, J. C.; WARNER, M. B. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle1. **J. Anim. Sci.** 62: 300-6. 1986.
- [34] SILVA, M. R.; PEDROSA, V. B.; BORGES-SILVA, J. C.; ELER, J. P.; GUIMARÃES, J. D.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic parameters for scrotal circumference, breeding soundness examination and sperm defects in young Nellore bulls. **J. Anim. Sci.** 91: 2013.
- [35] SILVA-MENA, C.; AKÉ-LÓPEZ, R.; DELGADO-LEÓN, R. Sexual behavior and pregnancy rate of *Bos indicus* bulls. **Theriogenol.** 53: 991-1002. 2000.
- [36] THOMPSON, J. A.; LIPTRAP, R. M.; JOHNSON, W. H. Serum testosterone concentration in response to exogenous GnRH does not predict service rates or pregnancy rates by yearling, performance tested, crossbred bulls. **Theriogenol.** 38: 1033-41. 1992.
- [37] TOELLE, V. D.; ROBISON, O. W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **J. Anim. Sci.** 60: 89-100. 1985.
- [38] VILLA, N. A.; CEBALLOS, A.; BOHORQUEZ, A.; ROCHCA, C. Evaluación de la capacidad de servicio en toros Normando del trópico alto de Caldas y Quindío. **Rev. Vet. Zoot. Caldas.** 12: 19 - 27. 2003.
- [39] WALDNER, C. L.; KENNEDY, R. I.; PALMER, C. W. A description of the findings from bull breeding soundness evaluations and their association with pregnancy outcomes in a study of western Canadian beef herds. **Theriogenol.** 74: 871-83. 2010.



REVISTA CIENTÍFICA

Vol, XXVIII, N° 3 _____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en
Junio de 2018, por La Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela.*