

January 2016

Estadio de madurez sexual en toros de la raza nelore

Camilo José Ramírez López
Universidad de Córdoba, camilo2407@gmail.com

Clara Cecilia Rugeles Pinto
Universidad de Córdoba, crugeles@correo.unicordoba.edu.co

Faider Alberto Castaño Villadiego
Universidade Federal de Viçosa, faider_cas@hotmail.com

Víctor Enrique Gómez León
Universidade Federal de Viçosa, victorhg18@gmail.com

Tamires Miranda Neto
CFM Ltda, tamiresneto@agrocfm.com.br

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>

Citación recomendada

Ramírez López CJ, Rugeles Pinto CC, Castaño Villadiego FA, Gómez León VE, Miranda Neto T y Guimarães JD. Estadio de madurez sexual en toros de la raza nelore. Rev Med Vet. 2016;(31): 11-22. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.3704>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Estadio de madurez sexual en toros de la raza nelore

Autor

Camilo José Ramírez López, Clara Cecilia Rugeles Pinto, Faider Alberto Castaño Villadiego, Víctor Enrique Gómez León, Tamires Miranda Neto, and José Domingo Guimarães

Estadio de madurez sexual en toros de la raza nelore

Camilo José Ramírez López¹ / Clara Cecilia Rugeles Pinto² / Faider Alberto Castaño Villadiego³ / Víctor Enrique Gómez León⁴ / Tamires Miranda Neto⁵ / José Domingo Guimarães⁶

Resumen

La presente investigación se planteó con el objetivo de determinar el estado de madurez sexual de toros jóvenes de la raza nelore y su relación con el perímetro escrotal y las características seminales. Se estudiaron 1985 animales con edades comprendidas entre los 19 y los 23 meses de edad, alimentados con pasturas tropicales (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbes* y *Panicum maximum*) y evaluados a través de examen andrológico. Se valoraron las características físicas del eyaculado, la morfología espermática y el perímetro escrotal (PE). Tras el examen andrológico, los animales se clasificaron como aptos para la reproducción (clase andrológica 1); aptos para la reproducción en régimen de monta natural (clase 2); no aptos para la reproducción temporalmente (clase 3) y descartados (clase 5). Para comparar las medias encontradas entre las clases andrológicas se utilizaron dos pruebas: la de Tukey, con probabilidad del 5 % de error, y la de correlaciones simples de Pearson, para verificar las relaciones entre las características estudiadas. Se encontró que el 84,5 % de los toros son sexualmente maduros. El 39,75 % de los animales aptos para la reproducción presentó un PE mayor a 34 cm, y solo el 0,71 % de la población estudiada exhibió una circunferencia escrotal inferior a 28 cm. Se registraron correlaciones altas favorables entre PE y las características físicas del semen. Se concluye que el PE es una excelente característica para evaluar y seleccionar toros jóvenes de la raza nelore.

Palabras clave: evaluación andrológica, perímetro escrotal, precocidad, semen.

- 1 Médico veterinario zootecnista. Investigador adjunto del Grupo de Investigación en Producción Animal Tropical (GIPAT), Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. ✉ camilo2407@gmail.com
- 2 Médica veterinaria zootecnista. MSc. Universidad de Córdoba, Departamento de Ciencias Pecuarias. Directora del Laboratorio de Andrología. Docente de programas de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Montería, Colombia. ✉ crugeles@correo.unicordoba.edu.co
- 3 Médico veterinario zootecnista. MSc. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Veterinaria. Estudiante de doctorado, Viçosa, Brasil. ✉ faider_cas@hotmail.com
- 4 Médica veterinaria zootecnista. MSc. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Veterinaria. Estudiante de doctorado. Viçosa, Brasil. ✉ victorhg18@gmail.com
- 5 Médico veterinario. MSc. Agropecuaria CFM Ltda. São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. ✉ tamiresneto@agrocfm.com.br
- 6 Médico veterinario. MSc. PhD. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Veterinaria. Docente de Fisiopatología de la Reproducción, Viçosa, Brasil. ✉ jdguima@ufv.br

State of Sexual Maturity of Nelore Bulls

Abstract

This research aimed to determine the state of sexual maturity of young Nelore bulls and its relation to scrotal circumference and seminal characteristics. 1985 animals (aged between 19 and 23 months), fed with tropical pastures (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbes*, and *Panicum maximum*), were evaluated through andrological examination. Physical characteristics of the ejaculate, sperm morphology and scrotal circumference (SC) were examined. After the andrological examination, animals were classified as suitable for reproduction (andrological class 1); suitable for reproduction in natural mating system (class 2); temporarily unsuitable for reproduction (class 3); and discarded (class 5). To compare the measurements found in different andrological classes, two tests were used: the Tukey test with 5% probability of error, and simple Pearson correlations to verify the relationships between the studied characteristics. 84.5% of the bulls were found to be sexually mature. 39.75% of the animals suitable for reproduction presented a SC greater than 34 cm, and only 0.71% of the study population showed a scrotal circumference less than 28 cm. Favorable high correlations between SC and the physical characteristics of semen were evidenced. The article concludes that scrotal circumference is an excellent characteristics for evaluating and selecting young Nelore bulls.

Keywords: andrological evaluation, scrotal circumference, semen, precocity.

Cómo citar este artículo: Ramírez López CJ, Rugeles Pinto CC, Castaño Villadiego FA, Gómez León VE, Miranda Neto T, Guimarães JD. Estadio de madurez sexual en toros de la raza nelore. Rev Med Vet. 2015;(31):11-22.

Estádio de maturidade sexual em toros da raça nelore

Resumo

Esta pesquisa foi proposta com o objetivo de determinar o estado de maturidade sexual de touros jovens da raça nelore e sua relação com o perímetro escrotal e as características seminais. Realizou-se um estudo com 1985 animais com idades compreendidas entre os 19 e os 23 meses de idade, alimentados com pastagens tropicais (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbes* e *Panicum maximum*) e avaliados através de exame andrológico. Avaliaram-se as características físicas do ejaculado, a morfologia espermática e o perímetro escrotal (PE). Depois do exame andrológico, os animais se classificaram como aptos para a reprodução (tipo andrológica 1); aptos para a reprodução em regime de monta natural (tipo 2); não aptos para a reprodução temporariamente (tipo 3) e descartados (tipo 5). Para comparar as médias encontradas entre os tipos andrológicos se utilizaram dois testes: o de Tukey, com probabilidade de 5% de erro, e a de correlações simples de Pearson, para verificar as relações entre as características estudadas. Encontrou-se que o 84,5% dos touros são sexualmente maduros. O 39,75% dos animais aptos para a reprodução apresentou um PE superior a 34 cm, e somente o 0,71% da população estudada exibiu uma circunferência escrotal inferior a 28 cm. Registraram-se correlações altas favoráveis entre PE e as características físicas do sêmen. Conclui-se que o PE é uma excelente característica para avaliar e selecionar touros jovens da raça nelore.

Palavras chave: avaliação andrológica, perímetro escrotal, sêmen, precocidade.

INTRODUCCIÓN

La pubertad marca el inicio de la actividad reproductiva. Durante esta fase ocurren transformaciones en los órganos reproductivos, como el inicio de la producción espermática y el aumento de las concentraciones gonadales y circulantes de las hormonas masculinas (1). Diferentes definiciones la caracterizan, pero la más utilizada es la adoptada por Wolf, Almquist y Hale (2), quienes consideran la pubertad como el momento en que el animal presenta eyaculados con mínimo 50 millones de espermatozoides, con al menos 10% de motilidad espermática progresiva (3).

Diversos factores ambientales, como manejo, nutrición, sanidad y características climáticas, influyen de forma marcada en la edad de aparición. Ciertamente, en condiciones tropicales, el factor de mayor impacto sobre la pubertad es la nutrición (4). Los machos prepúberes secretan testosterona de manera progresiva en respuesta a

la estimulación de gonadotropinas. Cada pulso de la hormona luteinizante (LH) es seguido por una elevación transitoria en la secreción de testosterona. Conforme la pubertad progresa, el incremento de testosterona en la sangre causa un descenso en la secreción de gonadotropinas mediante un efecto de retroalimentación negativa (5).

A medida que el animal madura sexualmente, los testículos se tornan más sensibles a la acción estimuladora de las gonadotropinas, sobre todo por el aumento en la secreción de la hormona folículo-estimulante (FSH), lo cual proporciona estímulos para el inicio de la espermiogénesis (5). El incremento de la frecuencia de pulsos de secreción de gonadotropinas hipofisarias en la pubertad marca el inicio del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y la adquisición de la madurez sexual, que comprende la aparición y desarrollo de impulsos sexuales que llevan al macho y a la hembra a efectuar la cópula, y que culmina con la expresión de la plena potencialidad productiva (6).

La madurez sexual del macho, diferente del fenómeno presentado en las hembras, ocurre en un periodo diferente a la pubertad; aparece normalmente entre 16 y 20 semanas después de esta (7). Esta fase del desarrollo somático animal es alcanzada cuando el crecimiento gonadal y corporal, conjuntamente con niveles de testosterona y desarrollo sexual, se estabilizan (8).

Según García, Pinheiro y Okuda (9), la madurez sexual es la edad en que los toros presentan características seminales con un mínimo de 50 % de motilidad espermática y con un máximo de 10 % de defectos espermáticos mayores y 20 % de defectos espermáticos menores. Cuando el toro alcanza la madurez sexual, existe la evolución de las características seminales y morfológicas (7,10) como resultado del incremento del diámetro de los túbulos seminíferos y del parénquima testicular, lo que se traduce en la estimulación de la espermiogénesis y, por ende, la disminución en el número de patologías espermáticas y el incremento en la proporción de espermatozoides morfológicamente normales compatibles con la fertilidad (11).

Los toros de razas cebuínas se muestran extremadamente tardíos con relación a la madurez sexual; la alcanzan solo entre los 30 y los 36 meses de edad (12). Respecto a las características seminales y el volumen testicular, Fields, Burns y Warnick (13) concluyeron que los animales de la subespecie *Bos taurus indicus* alcanzaron la madurez sexual más tarde que los animales de la subespecie *Bos taurus taurus*.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue verificar el estadio de madurez sexual de toros jóvenes de la raza nelore y su relación con el perímetro escrotal (PE) y las características seminales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio descriptivo de tipo transversal con muestreo no probabilístico por conveniencia.

Localización

El estudio fue realizado en la hacienda San Francisco de la Agropecuaria CFM Ltda., localizada en el municipio de Magda, nordeste del estado de São Paulo, Brasil. Magda está ubicada a 20° 37' 33" latitud sur y 50° 13' 30" longitud oeste a 550 msnm. Tiene clima tropical con inviernos fríos y secos y veranos lluviosos y calientes, con temperatura media de 22 °C y pluviosidad anual del orden de 1200 mm (14).

Los animales forman parte de un programa de mejoramiento, y son seleccionados con base en un índice que contiene las diferencias esperadas de progenie (DEP) para peso al destete, ganancia de peso posdestete, perímetro escrotal a los 18 meses y marcador de musculosidad en las proporciones 20, 40, 20 y 20 %.

Animales experimentales

Los datos se refieren a evaluaciones andrológicas de 1985 toros de la raza nelore, con edades comprendidas entre los 19 y los 23 meses, nacidos en 2012. Los animales fueron criados con pastos tropicales (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum*), y después de los 18 meses de edad fueron confinados y alimentados con ensilaje de maíz, sal mineral y agua a voluntad.

Examen andrológico

Todos los machos fueron sometidos a evaluación andrológica, que consistió en examen especial del tracto reproductivo por inspección y palpación de prepucio y pene, cordones espermáticos, testículos y epidídimos. Con esto se determinó forma, tamaño, posición, simetría y consistencia de cada órgano, con las mediciones de PE. Posteriormente, por palpación transrectal se evaluaron los genitales internos, como las ampollas de los conductos deferentes, próstata y glándulas vesiculares, además de la colecta de semen por electroeyaculación, con lo cual se evaluaron las características macro- y microscópicas del eyaculado.

Evaluación del semen

Para la evaluación de las características de motilidad masal, se colocó una gota de semen de cada eyaculado en una lámina portaobjeto, previamente calentada a 37 °C; para la observación del movimiento en masa de las células, se utilizó una escala de 0 a 5, en un microscopio óptico con aumento de 100 veces. Otra gota de semen fue colocada entre lámina portaobjeto y lámina cubreobjeto, previamente calentadas a 37 °C para evaluar motilidad individual rápida progresiva (MIRP), expresada en porcentaje y vigor espermático estimado en una escala de 0 a 5.

Para el análisis de morfología espermática, se realizó una dilución de una alícuota de semen en solución formol salina tamponada. Las patologías fueron evaluadas con la ayuda de un microscopio de contraste de fase (Olympus, modelo 400B) en aumento de 1000x. En cada evaluación fueron valoradas 400 células, y se determinó el porcentaje de espermatozoides normales y de anomalías de acrosoma, cabeza, pieza intermedia y cola (15). Posteriormente, los defectos fueron clasificados en defectos mayores, menores y totales (16).

Madurez sexual

La determinación de la edad de madurez sexual fue realizada de acuerdo con lo propuesto por García y colaboradores (9). Adicionalmente, la madurez sexual fue clasificada según Guimarães (17), conforme al estudio del proceso espermatogénico, fisiopatología de la reproducción y características físicas y morfológicas de los espermatozoides en: animales sexualmente maduros, aptos para la reproducción de acuerdo con los estándares recomendados por el Colegio Brasileiro de Reproducción Animal (clase andrológica 1); animales sexualmente maduros, con índices de patologías espermáticas sin comprometimiento de la capacidad fecundante de las células espermáticas, clasificados como aptos para reproducción en régimen de monta natural (clase 2); animales sexualmente inmaduros y temporalmente inaptos para reproducción (clase 3); animales descartados por presentar

espermiogénesis imperfecta severa (clase 4); animales descartados por presentar alteraciones morfológicas de los órganos genitales (clase 5).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se empleó el programa SAEG 9.1 (18), con el cual, para todas las características estudiadas, se efectuaron análisis de estadística descriptiva (media, desvío estándar, coeficiente de variación). También se utilizó correlación simple de Pearson para verificar relaciones entre las características estudiadas, además del análisis de varianza y las comparaciones entre medias por test de Tukey con probabilidad de 5 % de error.

RESULTADOS

El porcentaje y el número de animales encontrados en las diferentes clases andrológicas están resumidos en la tabla 1. De manera general, 84,5 % de los animales estaban maduros sexualmente (clases andrológicas 1 y 2). El valor medio registrado para los animales de las clases 3 (13,2 %, animales temporalmente inaptos) y 5 (2,3 %, descartados) fue de 15,5 %.

Tabla 1. Distribución de madurez sexual por clasificación andrológica

Clases andrológicas				
1	2	3	5	Total
82,2	2,3	13,2	2,3	100
1632	45	262	46	1985

1) Porcentaje de animales maduros sexualmente, aptos para reproducción; 2) de animales maduros sexualmente, aptos para reproducción en régimen de monta natural; 3) de animales inmaduros sexualmente, inaptos para reproducción temporalmente; 5) de animales descartados.

Las correlaciones encontradas entre el PE y el aspecto físico del semen, teniendo en cuenta la totalidad de los animales (n = 1985), se encuentran resumidas en la tabla 2.

Tabla 2. Correlaciones entre el perímetro escrotal y el aspecto físico del semen

	PE*	MM*	MIRP*	VIG*
PE	1,00	0,11	0,35	0,23
MM		1,00	0,30	0,18
MIRP			1,00	0,55
VIG				1,00

PE: perímetro escrotal; MM: motilidadmasal; MIRP: motilidad individual rápida progresiva; VIG: vigor.

*($p < 0,05$)

Tabla 3. Distribución de clases andrológicas por clases de perímetro escrotal

Clases PE	Clases andrológicas				
	1	2	3	5	Total
1	0	0	0	14	14
2	68	2	25	2	97
3	3,43	0,10	1,26	0,10	4,89
4	301	6	80	7	394
5	15,16	0,30	4,03	0,35	19,85
Total	492	19	86	12	609
	24,79	0,96	4,33	0,6	30,68
	771	18	71	11	871
	38,84	0,91	3,58	0,55	43,88
Total	1632	45	262	46	1985
	82,2	2,3	13,2	2,32	100

Clases PE: 1 (<28 cm); 2(28-30 cm); 3 (30-32 cm); 4 (32-34 cm); 5 (> 34).

Durante el examen andrológico, aquellos animales que presentaron alteraciones patológicas que inviabilizaban su uso como reproductores fueron descartados de la reproducción (clase 5). Patologías como vesiculitis, asimetría testicular, perímetro escrotal igual o menor a 26 cm, adherencia peneana, papilomas en el pene, persistencia del frenillo y lesiones de casco fueron las anomalías encontradas en los toros de esta categoría. En el experimento los animales de la clase 4 fueron redireccionados a la clase 5.

La distribución de clases andrológicas por clases de PE se encuentra resumida en la tabla 3. En este estudio, los toros que mostraron mayor PE demostraron estar sexualmente más maduros. Se observó que apenas 0,71 % de los animales en estudio presentaron un PE inferior a 28 cm, motivo por el cual fueron descartados (clase 5).

Se verificó que cuanto mayor es el PE, mayor es el porcentaje de animales aptos para reproducción. El 43,88 % de los toros exhibieron circunferencia escrotal superior a 34 cm, de los cuales 90,59 % se encontraban maduros sexualmente. Apenas el 4,89 % de los machos bovinos ostentaron PE en un rango de 28 a 30 cm.

Los valores medios para las características del aspecto físico y morfológico del semen para los toros en las diferentes categorías o clases andrológicas se encuentran resumidos en la tabla 4. En la evaluación del volumen del eyaculado, los mayores valores fueron verificados en las clases 1 y 3, que no difirieron entre sí ($p > 0,05$). Se registró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre la media de la clase 5 con los valores de las clases 1, 2 y 3.

Tabla 4. Valores promedio del aspecto físico y morfológico del semen por clases andrológicas

Clases andrológicas	VOL	MM	MIRP	VIG	DM	DME	DT
1	4,2 ± 1,9 1632	2,5 ± 2,4	68,9 ± 8,0	3,3 ± 0,9	9,7 ± 4,6	3,9 ± 2,4	13,6 ± 5,3
2	3,9 ± 1,4 45	2,0 ± 1,0	66,4 ± 11,5	3,2 ± 0,3	16,4 ± 5,1	5,5 ± 3,9	21,9 ± 5,9
3	4,5 ± 3,0 262	1,4 ± 1,2	57,4 ± 17,7	2,9 ± 0,7	32,6 ± 16,8	8,0 ± 7,6	40,6 ± 16,5
5	1,0 ± 2,4 46	0,3 ± 0,8	9,5 ± 24,3	0,4 ± 1,1	8,51 ± 21,3	0,9 ± 2,3	0,4 ± 23,0
Total	4,2 ± 2,2 1985	2,3 ± 2,4	66,0 ± 14,2	3,2 ± 0,9	12,8 ± 11,2	4,4 ± 3,8	17,2 ± 12,5

VOL, volumen; MM, motilidad masal; MIRP, motilidad individual rápida progresiva; VIG, vigor; DM, defectos espermático mayores; DME, defectos espermáticos menores; DT, defectos totales.

Las características físicas del eyaculado estuvieron bien correlacionadas entre sí (tabla 5); todas las correlaciones fueron favorables y de magnitud media, a excepción de las correlaciones de morfología, para las cuales todas fueron de baja magnitud y en sentido opuesto. La motilidad masal (MM) tuvo correlación de 0,30 con la motilidad individual rápida progresiva (MIRP) y 0,18 con el vigor espermático (VIG). Las correlaciones demostraron relación entre las características físicas del eyaculado, pero no dependencia entre ellas.

El valor medio para los defectos espermáticos mayores (DM) fue 12,8 ± 11,2 %. La clase andrológica 3 presentó el mayor porcentaje de patologías espermáticas (32,6 ± 0,3 %), mientras que los animales descartados tuvieron la menor media (8,5 ± 21,3 %). Se registró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los animales sexualmente maduros y los inaptos temporalmente. Sin embargo, no se observaron diferencias ($p > 0,05$) entre las clases 1 y 5.

Tabla 5. Correlaciones entre las características físicas del semen y la morfología espermática

	MM	MIRP	VIG	DM	DME	DT
MM	1,00	0,30	0,18	-0,13	-0,08	-0,14
MIRP		1,00	0,55	-0,18	NS	-0,17
VIG			1,00	-0,07	NS	-0,05
DM				1,00	0,17	0,95
DME					1,00	0,46
DT						1,00

MM, motilidad masal; MIRP, motilidad individual rápida progresiva; VIG, vigor; DM, defectos espermáticos mayores; DME, defectos espermáticos menores; DT, defectos espermáticos totales; NS, no significativo.

DISCUSIÓN

Los resultados registrados para madurez sexual fueron superiores a los verificados por Salvador (19) y Dias (20),

quienes constataron 40,2 y 26,3% de animales sexualmente maduros a los dos años de edad, en la raza nelore. Entre tanto, los valores observados en este estudio fueron próximos a los valores registrados por Vasconcelos (21) de 83,98% para las clases 1 y 2, Silveira (22) de 78,33 y Siqueira (23), 74,52%, también en animales de la raza nelore provenientes del mismo rebaño.

En animales de la raza tabapuã, Corrêa y colaboradores (24) encontraron una proporción de 63,5, 66,1 y 71,7% de animales sexualmente maduros por el Certificado Andrológico por Puntos (CAP) con media de dos años de edad en régimen alimentario diferente (animales criados con pasto con suplementación mineral, animales criados con pasto con suplementación de caña de azúcar, urea y concentrado y animales estabulados a partir del destete, respectivamente).

Con relación al porcentaje encontrado para los animales inaptos a la reproducción y descartados, los resultados del presente estudio fueron similares a los de Silveira (22) y Siqueira (23), de 21,67 y 25,48%, respectivamente. Vale Filho, Pinhero y Basrur (25) registraron porcentajes más altos para baja fertilidad e infertilidad (42,0 y 40,5%, respectivamente) en toros *Bos taurus B. indicus*, en centrales de inseminación y toros que servían como reproductores en rebaños de crianza extensiva.

Si se consideran como infértiles los animales sexualmente inmaduros y descartados, evaluados por Salvador (19) y Dias (20), los valores verificados por dichos autores fueron 59,8 y 73,7%, respectivamente. El último autor atribuyó tal hecho al bajo aporte nutricional al que fueron sometidos los animales del experimento; sin embargo, no deben dejar de considerarse otros factores como la variabilidad genética y la influencia de condiciones ambientales y de manejo, entre otras. La comparación de estos valores, entre los diferentes estudios, demuestra la gran heterogeneidad del rebaño nelore en Brasil.

Adicionalmente, los valores obtenidos demuestran que la mayoría de los animales habían alcanzado la madurez sexual para el subsecuente uso en régimen de monta natural. Las condiciones nutricionales adecuadas y la selec-

ción para fertilidad y precocidad sexual adoptada en el rebaño del presente estudio fueron determinantes para los altos porcentajes de toros aptos para la reproducción, en una amplitud de edad en la que los animales cebuínos se consideran jóvenes.

Respecto a la edad en la que los machos adquieren la madurez sexual, Neto y colaboradores (26) registran, en toros de la raza simmental manejados en condiciones tropicales, una edad promedio 21,4 meses, similar a lo encontrado por Guimarães (17) en toros gyr (20,3 meses) y superior a lo obtenido por Tatman y colaboradores (27) en toros brahman (16,0 meses). Esto refuerza la teoría de que taurinos y cebuínos presentan fisiología reproductiva semejante, aunque los eventos reproductivos ocurran en edades o etapas etarias diferentes de acuerdo con la raza, su manejo o su localización geográfica.

En cuanto a las medidas de PE, Dias y colaboradores (28) también encontraron diferencias significativas para valores de PE en animales de la raza nelore maduros e inmaduros sexualmente con dos años de edad. La media del PE encontrada en este estudio (33,4 cm) en animales con edades entre los 19 y 23 meses fue superior a las registradas por Brito y colaboradores (29), de 26,2 cm, y Lima (30), de 29 cm, en animales de la raza nelore, con medias de 26,2 y 21,3 meses de edad, respectivamente, y semejante a las registradas por Silveira (22), Pastore y colaboradores (31) y Siqueira (23) de 31,9 cm, 32,0 cm y 32,0 cm, respectivamente, en animales de la raza nelore pertenecientes a un programa de mejoramiento genético.

La correlación encontrada entre PE y MIRP en este estudio fue de 0,35. Vasconcelos (21) y Silveira (22) encontraron valores de correlación inferiores en animales de la raza nelore (0,18 y 0,20, respectivamente). Silva y colaboradores (32) verificaron valores similares entre PE y motilidad espermática (0,36), pero cuando trabajaron solamente con animales de 18 a 24 meses de edad, el valor cayó a 0,11. De la misma forma, Larreal y colaboradores (33) encontraron valores de correlación de 0,61 entre PE y motilidad espermática en animales de la raza nelore de 8 a 30 meses de edad.

Lunstra y Echterkamp (7), quienes estudiaron la pubertad en toros *Bos taurus taurus* de 7 a 13 meses de edad, encontraron valor de correlación simple entre perímetro testicular y motilidad espermática de 0,74, pero al ajustar los datos a la edad y a la raza, el valor de la correlación residual fue 0,17.

Diferente a este estudio, Knights y colaboradores (34), luego de trabajar con toros jóvenes de la raza angus, encontraron valores de correlación entre PE y motilidad espermática, presentados en forma de marcador decreciente de motilidad y porcentaje de células vivas, de 0,52 y 0,46, respectivamente. Salvador (19) verificó un valor negativo (-0,07) para la correlación entre PE y motilidad espermática en animales de la raza nelore de los 20 a los 42 meses de edad.

Los valores de correlaciones entre PE y las características físicas del eyaculado fueron bajos, como MM (0,11) y vigor espermático (VIG) (0,23). Salvador (19) observó un valor de 0,03 de correlación entre PE y VIG, mientras que Vasconcelos (21), Dias (20) y Silveira (22) registraron valores de correlación de PE con motilidad y VIG en animales de la raza nelore menores a los tres años de edad, muy próximos a los hallados en este estudio. Los valores de correlación sugieren que el PE está relacionado favorablemente con las características físicas del semen.

De los animales con PE entre 28 y 30 cm, clasificados como muy buenos según Fonseca, Santos y Malinski (35), con media de edad de 18 a 24 meses, el 60,25 % de los toros estaban maduros sexualmente (clase 1 y 2), lo que demuestra la precocidad sexual de los animales del rebaño estudiado.

El volumen del eyaculado medio encontrado en este estudio fue $4,2 \pm 2,2$ ml. Es inferior al hallado por Neto (36), quien registró un valor medio de 9,31 ml para el volumen del eyaculado en animales de la raza montana tropical al momento de alcanzar la madurez sexual. Neto (36) consideró que la electroeyaculación como método de colecta influyó en los resultados al inducir una estimulación de las glándulas accesorias, lo cual lleva a una mayor liberación de plasma seminal.

Por su parte, Silveira (22) y Corrêa y colaboradores (24) verificaron valores similares a los hallados en el presente estudio en toros de la raza nelore y tabapuã, respectivamente, también por el método de electroeyaculación.

En este estudio, las medias y desvíos estándares de la motilidad espermática progresiva para las clases andrológicas fueron de $68,9 \pm 2,4\%$ (clase 1), $66,4 \pm 11,5\%$ (clase 2), $57,4 \pm 17,7\%$ (clase 3) y $9,5 \pm 24,3\%$ (clase 5). Con estas se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los animales aptos para la reproducción, los inaptos temporalmente y los descartados.

Para la motilidad espermática progresiva rectilínea, el valor medio verificado en este trabajo fue de $66,0 \pm 14,2\%$. Avellaneda (37), quien trabajó con toros de la raza brahman y sus cruces con las razas chianina y holstein, registró valores similares y superiores (77 ± 6 , 67 ± 26 y $70 \pm 14\%$, respectivamente) para esta característica seminal con rangos de edades por encima de los 30 meses.

Silveira (22) encontró valor medio de $69 \pm 12,3\%$ de espermatozoides vivos para el semen de toros jóvenes de la raza nelore, parámetros muy próximos a los registrados en este estudio. De la misma forma, Vélez, Rugeles y Vergara (38), quienes estudiaron toros de las razas romosinuano ($66,9 \pm 22,5\%$), brahman rojo ($61,2 \pm 22,1\%$), brahman blanco ($59,39 \pm 21,1\%$), simmental ($55,3 \pm 25,4\%$) y cruces de simmental por cebú ($63,3 \pm 19\%$) registraron una media de 61,64 % de motilidad espermática con promedio de 65,9 meses de edad.

Vasconcelos (21) y Dias (20) observaron una reducción de la media de motilidad espermática entre las clases andrológicas 1 y 3, comportamiento verificado también en el presente estudio.

Las medias de MM ($2,3 \pm 2,4\%$) y VIG ($3,2 \pm 0,9\%$) encontradas en este experimentos son superiores a las citadas por García y colaboradores (9) y Neto (36), en animales de la raza guzerat y montana tropical, respectivamente. Resultados inferiores fueron relatados por Freneau (10) en toros holstein y mestizos de holstein por gyr a los 21 meses de edad.

Osorio y colaboradores (39), quienes trabajaron con toros jóvenes de la raza guzerat con edades hasta de 36 meses, verificaron un valor medio para el VIG similar al encontrado en el presente estudio. Los autores observaron que en los machos jóvenes guzerat evaluados desde que alcanzaron la pubertad sus características de motilidad, vigor y concentración espermática se incrementaron gradualmente hasta los 36 meses de edad.

Neto (36) y Dias y colaboradores (40) observaron valores muy próximos a los encontrados en este estudio para DM en toros maduros sexualmente. Costa y Silva (41) registraron una media de $5,7 \pm 2,7$ y $19,4 \pm 7,5$ % de DM, en toros nelore, con edad por encima de cinco años, clasificados como excelentes, muy buenos y buenos andrológicamente.

Corrêa y colaboradores (24) registran medias para DM en toros de la raza tabapuã de 21,93, 20,44 y 16,27 %, manejados bajo tres regímenes alimenticios distintos, sin diferencia importante ($p > 0,05$) entre ellos. Esto sugiere que a los dos años de edad los parámetros reproductivos pueden ser satisfactorios para machos *Bos taurus indicus*, alimentados con pasturas de buena calidad y con suplementación mineral adecuada.

Para los defectos espermáticos menores (DME), la media verificada para las clases andrológicas 1 y 2 fue de $3,9 \pm 2,4$ y $5,5 \pm 3,9$ %, respectivamente. Esta tiene diferencias ($p < 0,05$) entre los toros aptos e inaptos para la reproducción. Igualmente, se registró diferencia ($p < 0,05$) entre los animales encasillados en la clase 5 con los machos bovinos de las otras categorías. Vasconcelos (21) refiere valores similares a los encontrados en este estudio, con la misma tendencia de reducción de los DME entre las clases 1 y 3.

Los valores medios observados por Costa y Silva (41), para DME en toros de la raza nelore, con media de edad por encima de los cinco años, clasificados como excelentes, muy buenos y buenos al examen andrológico, fueron de $7,71 \pm 3,53$ y $26,5 \pm 9,91$ %, respectivamente; son superiores a los hallados en este estudio. De la misma manera, Freneau y colaboradores (42) encontraron un valor

medio de $11,8 \pm 4,2$ % en toros de la raza nelore con media de edad de 18 meses.

Los valores medios para los defectos totales observados dentro de las cuatro clases andrológicas fueron de $13,6 \pm 5,3$ % para la clase 1; $21,9 \pm 5,9$ % para la clase 2; $40,6 \pm 16,5$ % para la clase 3 y $17,2 \pm 12,5$ % para la clase 5. Con esto se muestra que existen diferencias entre los animales maduros e inmaduros sexualmente ($p < 0,05$). Los valores medios verificados por Costa y Silva (41), para los defectos totales (DT), son comparables a los valores obtenidos en las clases andrológicas 1 y 3 de la presente investigación.

Días (20) registró valores intermedios a los de las clases 1 y 2 de este estudio, para el total de anomalías en toros de la raza nelore maduros sexualmente a los dos años de edad. Dias (20) y Vasconcelos (21) también verificaron diferencias al evaluar los DT entre animales maduros e inmaduros sexualmente. Por otra parte, Silva y colaboradores (32) registraron un valor medio de $13,4 \pm 13,7$ % para defectos totales, en un estudio con toros de la raza nelore a los 18 meses de edad.

Las medias observadas para las clases 1 y 2 con respecto a la MIRP y los DT encajan dentro los estándares para la clasificación de aptitud de los animales adoptados por el Colegio Brasileiro de Reproducción Animal (CBRA) (16).

Hopkins y Spitzer (43) relatan que el límite mínimo para motilidad individual rápida progresiva en la colecta es de 30 % y el límite máximo total de anomalías espermáticas de 30 %. Ya el CBRA (16) considera un valor mínimo de 70 % para motilidad progresiva individual y un límite máximo de 30 % de espermatozoides anormales en el eyaculado, como estándar seminal deseable en toros seleccionados para monta natural.

Las diferencias verificadas entre animales maduros (clases 1 y 2) e inmaduros (clase 3) sexualmente, referentes a las anomalías espermáticas, eran esperadas, porque dentro del sistema de clasificación utilizado en animales jóvenes propuesto por Guimarães (17), las clases andrológicas se

forman de acuerdo con los valores de anomalías observados en el examen morfológico del semen.

La MIRP presentó correlación media con el VIG (0,55), resultados inferiores a los referidos por Salvador (19) y Dias (20), quienes hallaron correlaciones de 0,77 y 0,81 entre motilidad espermática y VIG en animales de la raza nelore. Valores semejantes a los del presente estudio fueron observados por Vasconcelos (21) y Silveira (22), quienes estimaron valores de correlación en dos poblaciones de toros nelore diferentes, provenientes del mismo rebaño.

Entre los defectos se encontraron correlaciones con valores de medio a alto. Los DM se presentaron altamente relacionados con los DT (0,95), valor similar al verificado por Silveira (22). Igualmente, el autor registró correlaciones altas entre los DM y los defectos de cabeza (0,91), con lo cual indica que en los animales de la fase etaria estudiada (20 a 22 meses) el 91 % de los DM ocurren en la cabeza de los espermatozoides, lo que representa, en su mayoría, los DT. Considera, además, que la mayoría de los DM y de la cabeza se originan durante la espermiogénesis.

Se encontró correlación de 0,46 entre los defectos espermáticos menores y los DT, así como entre los DM y los DME (0,17). Los valores de correlación verificados por Silva (44) de DT con defectos mayores y menores en animales de la raza nelore fueron muy próximos a los registrados en este estudio. Entre tanto, Salvador (19) halló una menor correlación entre DM y los DT en animales nelore con fase etaria próxima a la de este estudio.

Las características físicas del eyaculado se relacionaron negativamente con los defectos espermáticos; así que con el aumento de los defectos espermáticos ocurre una disminución de la MM, MIRP y VIG. Los defectos mayores y totales presentaron valores muy similares entre sí, pero de correlación negativa con el aspecto físico del semen.

El mismo comportamiento fue observado por Vasconcelos (21) y Silveira (22), en toros jóvenes de la raza nelore. Salvador (19), en toros nelore, corroboró el mismo comportamiento de la relación de los DM y los DT con

la motilidad espermática, pero de magnitud diferente a la obtenida en este estudio.

CONCLUSIONES

El 84,5 % de los toros evaluados andrológicamente estaban sexualmente maduros entre los 19 y los 23 meses de edad, lo que indica la elevada precocidad sexual del rebaño. La clasificación andrológica propuesta por Guimarães diferenció con claridad los animales maduros e inmaduros sexualmente. El PE está correlacionado de forma positiva con todas las características físicas y morfológicas del eyaculado.

REFERENCIAS

1. Lopes FG, Koetz CJ, Barca FA, Okano W, Da Silva LC, Da Silva Junior MA. Maturidade sexual e classificação andrológica por pontos (CAP) em touros jovens da raça nelore puros de origen (PO). Biosci J, Uberlândia. 2013;29(1):168-73.
2. Wolf FR, Almquist JD, Hale EB. Prepuberal behaviour and puberal characteristics of beef bullon high nutrient allowance. J Anim Sci. 1965;24:761-765.
3. Guimarães JD. Maximização do uso de touros a campo. Documento procedente de Simpósio de Produção de Gado de Corte;1999, Viçosa. Anais: SIMCORTE, p. 271-96.
4. Guimarães JD, Facioni SE, Siqueira JB, Oliveira RP, Pereira JE, Stermann JB, Ribeiro MS, Corrêa JB. Seleção e manejo reprodutivo de touros zebu. R Bras Zootec. 2011;40:278-388.
5. Hafez B, Hafez ESE. Reprodução animal. 7a ed. Barueri: Manole; 2004.
6. Álvarez DA, Pérez EH, Martín HT, Quincosa TJ, Sánchez PA. Fisiología animal aplicada. Medellín: Universidad de Antioquia; 2009.
7. Lunstra DD, Echternkamp SE. Puberty in beef bulls: acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. J Anim Sci. 1982;55(3):638-648.
8. Austin CR; Short RV. Hormonal reproduction of mammals. Vol. 3. Cambridge University Press; 1984.

9. García JM, Pinheiro LE, Okuda HT. Body development and semen physical and morphological characteristics of Young Guzera bulls. *Ars Veterinaria*. 1987;3(1):47-53.
10. Freneau GE. Desenvolvimento reprodutivo de tourinhos holandeses y mestiços holandês-Gir desde os seis aos 21 meses de idade (Puberdade e pos-puberdade) [tesis de maestría en Medicina Veterinaria]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 1991.
11. Blom E. Pathological conditions in the genital organs and in semen as ground for rejection of breeding bull for import or export to and for Denmark 1958-1982. *Nord Vet Med*. 1983;35:105-30.
12. Vale Filho VR, Reis SR, Pereira JC. Efeitos do ambiente na maturação sexual de touros Nelore com 24 meses de idade. *Rev Bra Repr Ani Supl*. 1989;203.
13. Fields MJ, Burns WC, Warnick AC. Age, season and breed effect on testicular volumen and semen traits in Young beef bulls. *J Anim Sci*. 1979;48(6):1299-304.
14. Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística. IBGE [internet]. 2015 [citado 2011marzo 30]. Disponible en: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=352830&search=||infográficos:-informações-completas>.
15. Blom E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. *Nord Vet Med*. 1973;25(7):383-91.
16. Henry M, Neves JP. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2a ed. Belo Horizonte: CBRA; 1998.
17. Guimarães JD. Avaliação andrológica, estudo qualitativo e quantitativo da espermatogênese de touros mestiços F1 Holandês x Zebu e Red Angus x Zebu [tesis doctoral en Ciencia Animal]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 1997.
18. SAEG. Sistema de análise estatística e genética, versão 9.1. Central de processamento de dados. Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2007.
19. Salvador DF. Perfis andrológico, de comportamento sexual e desempenho reprodutivo de touros Nelore desafiados confemêas em estro sincronizado [tesis de maestría]. Belo Horizonte: Escola de Veterinaria da Universidade Federal de Minas Gerais; 2001.
20. Dias JC. Aspectos andrológicos, biometria testicular y parâmetros genéticos de características reproductivas de touros Nelore de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul [tesis de maestría]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2004.
21. Vasconcelos CO. Estádio de maturidade sexual em touros da raça Nelore dos 20 aos 22 meses de idade [tesis de maestría en Medicina Veterinaria]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2001.
22. Silveira TS. Estádio de maturidade sexual e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reproductivas e ponderais, em touros da raça nelore [tesis de maestría]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2004.
23. Siqueira JB. Maturidade sexual de touros da raça nelore, filhos de vacas superprecoces, precoces e normais, criados em condições extensivas [tesis doctoral]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2009.
24. Corrêa AB, Vale Filho VR, Corrêa GS, Andrade VJ, Silva MA, Dias JC. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bostaurusindicus*) em diferentes manejos alimentares. *Art Bras Med Vet Zootec*. 2006;58(5):823-30.
25. Vale Filho VR, Pinheiro LE, Basrur PK. Reproduction in zebu cattle. In: Morrow DA. *Current therapy in theriogenology*. 2a ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1986. p. 437-42.
26. Neto TM, Fonseca EC, Oliveira RP, Facioni SE, Da Costa EP, Guimarães JD. Pubertade e maturidade sexual em touros jovens da raça Simmetal, criados sob regime extensivo em clima tropical. *Rev Bras Zootec*. 2011;40(9):1917-24.
27. Tatman SR, Neuendorff DA, Wilson TW, Randel RD. Influence of season of birth on growth and reproductive development of Brahman bulls. *Theriogenology*. 2004;62(1-2):93-102.
28. Dias JC, Andrade VJ, Vale Filho VR, Silva MA. Biometria testicular y aspecto andrológico de touros Nelore de dois y três anos de idade criados extensivamente. *Vet Not Uberlândia*. 2007;13(2):31-7.
29. Brito LF, Silva AE, Barbosa RT, Kastelic JP. Testicular thermoregulation in *Bosindicus*, crossbred and *Bos Taurus* bull: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. *Theriogenology*. 2004;61(2-3): 511-28.
30. Lima FP. Pubertade em tourinhos da raça Nelore avaliada pelo perímetro escrotal, características seminais

- e endócrinas [tesis doctoral]. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais; 2009.
31. Patore AA, Toniollo GH, Lôbo RB, Fernandes MB, Vozzo PA, Vila RA, et al. Características biométricas, testiculares, seminais e parâmetros genéticos de touros pertencentes ao programa de melhoramento genético da raça Nelore. *Ars Vet.* 2008;24;134-41.
 32. Silva AE, Uniam MM, Cordeiro CM, Freitas OR. Relação da circunferencia escrotal y parâmetros da qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. *Rev Bras Zootec.* 2002;31(3):1157-65.
 33. Larreal H, Troconiz J, Beltran J, Bastidas P. Scrotal circumference, testicular consistency, body weight and semen traits in Nelore bulls. *J Anim Sci.* 1988;66 (suppl 1):446.
 34. Knights SA, Baker RL, Gianola D, Gibb JB. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. *J Anim Sci.* 1984;58(4):887-93.
 35. Fonseca VO, Santos NR, Malinski PR. Classificação andrológica de touros zebus con base no perímetro escrotal e características morfo-físicas do sêmen. *Rev Bras Repro Anim.* 1997;21:36-9.
 36. Neto TM. Puberdade e maturidade sexual em touros composto montana tropical [tesis de maestría]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2001.
 37. Avellaneda AR. Pubertad y madurez sexual en toros Chianina x Brahman, Brahman y Brahman x Holstein [tesis de maestría]. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 2001.
 38. Vélez LC, Rugeles CC, Vergara OD. Efectos de la raza sobre las características reproductivas de toros manejados en sistemas extensivos. *Rev Cient FCV-LUZ.* 2014;24(4):341-6.
 39. Osorio JP, Chacón LJ, Otero RJ, Cardona JA, Andrade FS. Relación entre la circunferencia escrotal, el crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros Guzerat, desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. *Rev Med Vet.* 2014;(27):73-87.
 40. Dias JC, Andrade VJ, Martins JA, Emerick LL, Vale Filho VR. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reproductivas e productivas de touros da raça Nelore. *Pes Agrop Bras.* 2008;43(1):53-9.
 41. Costa E, Silva EV. Capacidade reproductiva de touros Nelore: exame andrológico, teste de comportamento sexual y desafio de fertilidade [tesis de maestría]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 1994.
 42. Freneau GE, Vale Filho VR, Marques AP, Maria WS. Puberdade em touros criados em pasto no Brasil: características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. *Arq Bras Med Zootec.* 2006;58(6):1107-15.
 43. Hopkins FM, Spitzer JC. Breeding soundness evolution of yearling bulls. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1997;13(2):283-93.
 44. Silva MR. Estudo genético das características andrológicas de touros jovens da raça Nelore [tesis doctoral]. São Paulo: Universidade Estadual de São Paulo; 2009.