

Aspectos biométricos y ultrasonográficos del desarrollo testicular en bovinos de la raza guzerat (*Bos taurus indicus*)

Biometric and Ultrasonographic Aspects of Testicular Development in Guzerat (Bos taurus indicus) Bovines

ADRIANA SANTANA DO CARMO

Médica veterinaria, PhD da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp FOA, Departamento de Bioquímica e Endocrinologia Animal, Araçatuba, São Paulo, Brasil
drisantana_@hotmail.com

JAIR PÉREZ OSORIO

Médico veterinario, MSc, PhD. Profesor asociado Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia
jairperez@unisalle.edu.co

LUIZA FERNANDES MENDONÇA

Médica veterinária, MSc, de la Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária. Belo Horizonte, MG-Brasil
luizaufmg@yahoo.com.br

LUIZ ALBERTO DO LAGO

Médico veterinário, MSc, PhD. Professor adjunto de la Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária. Belo Horizonte, MG-Brasil
lago@vet.ufmg.br

MARC HENRY

Médico veterinário, MSc, PhD. Professor adjunto de la Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária. Belo Horizonte, MG-Brasil
henrym@vet.ufmg.br

LILIANA CHACÓN JARAMILLO

Médica veterinaria, MSc, PhD. Profesora asociada Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia
lchacon@unisalle.edu.co

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el desarrollo testicular en bovinos de la raza guzerat a través de la ultrasonografía, la biometría testicular y la evaluación espermática. Se evaluaron mensualmente 65 animales con edades entre los 9,1 y los 24 meses de edad durante seis meses consecutivos. Se midió el perímetro escrotal, el ancho y la longitud de los dos testículos y se tomaron imágenes ultrasonográficas en modo B y un transductor de 5 MHz. Las imágenes testiculares se grabaron con un equipo de video (VHS) y, posteriormente, se digitalizaron. Las imágenes se analizaron por computador utilizando el *software* Image J 1582 (Image National Institute of Health). Los animales con un perímetro escrotal ≥ 20 cm se sometieron a la colecta

RECIBIDO: 22/04/2012 • APROBADO: 15/09/2012

de semen por la técnica de electroeyaculación. Se consideró que los animales eran púberes, cuando presentaron al menos un espermatozoide móvil en el eyaculado. Las características espermáticas evaluadas fueron motilidad, vigor, concentración y morfología. Los resultados mostraron que los animales hasta los 30 meses de edad se encontraban aún en fase de crecimiento. La ecotextura del parénquima testicular de los animales púberes fue superior a la de los animales prepúberes. Se observó un aumento en la ecotextura testicular entre los 15 y 30 meses de edad. Las correlaciones entre la intensidad de los píxeles y las características morfológicas del semen no fueron significativas.

Palabras clave: bovino, guzerat, pubertad, testículo, ultrasonografía.

ABSTRACT

The objective of the present study was to assess the testicular development of guzerat bovines through ultrasonography, testicular biometry and spermatoc assessment. 65 animals were assessed monthly, aged between 9.1 and 24 months, during six consecutive months. The study measured the scrotal perimeter and the width and length of the two testicles, as well as an ultrasound in mode B and a 5MHz transducer. Testicular images were recorded in video (VHS) and later digitalized in order to be analyzed using the Image J 1582 software (Image National Institute of Health). Animals with a scrotal perimeter ≥ 20 cm were subject to semen collection through electric ejaculation. The animals were considered as pubertal when there was at least one moving sperm in the ejaculation. The evaluated sperm characteristics were motility, vigor, concentration and morphology. The results showed that animals up to 30 months of age were still in growth period. The ecotexture of the testicular parenchyma of pubertal animals was greater than that of pre-pubertal animals. There was an increase in the testicular ecotexture between 15 and 30 months of age. The relationship between the intensity of the pixels and morphologic characteristics of the semen were minor.

Keywords: Bovine, guzerat, puberty, testicle, ultrasonogram.

Introducción

Según el United States Department of Agriculture (USDA, 2011), Brasil es el segundo mayor productor de carne en el mundo, superado solamente por los Estados Unidos de Norteamérica en volumen de carne producido. El rebaño bovino brasileiro está constituido por aproximadamente 80% de animales de origen cebuino y mestizos. Debido a estas razones y a la importancia de estas ra-

zas cebuinas dentro del rebaño nacional, la raza en la actualidad ocupa un renglón muy importante en la pecuaria de corte brasileira debido a su rusticidad, teniendo capacidad de adaptación a zonas que poseen poca oferta forrajera y resistencia a condiciones medioambientales adversas (Cartwright, 1980; Rajaratne, Ranawana y Thilakaratne, 1983). Esta raza viene siendo utilizada en heterosis (cruces) industriales, con el fin zootécnico de producir animales mestizos incrementando

el potencial genético del Brasil debido al aumento de la presión de selección de muchos rebaños dentro del plantel brasiler (Carmo, 2008; Echeverry, 2010; Osorio, 2010).

Debido a la alta cuota de responsabilidad que tienen los toros en los índices de mejora y selección genética y considerando que, el 95% de las vacas y novillas del rebaño de corte se encuentran en condiciones de pastoreo extensivas y en sistemas de servicios por monta natural, los métodos de evaluación del potencial reproductivo de toros en este tipo de manejo deben ser precisos y altamente específicos, desarrollados con la perspectiva de que sean útiles para seleccionar a los animales capaces de heredar características productivas deseables a sus progenies como la fertilidad, precocidad y ganancia de peso (Fonseca, 2009).

Es importante considerar que la influencia de los toros no se limita única y exclusivamente al aporte de sus genes a su descendencia; sin embargo, el hecho de que en ellos se puede aplicar mayor diferencial de selección que en las hembras, por esta razón, se tornan responsables del 70% o más del mejoramiento genético que se puede conseguir en las características de una población (Fonseca, 2009; Geymonat y Méndez, 1987).

En la actualidad, los principales métodos utilizados para medir la salud y la funcio-

nalidad del tracto genital masculino son la palpación de los testículos, la medición del perímetro escrotal y la evaluación de la calidad espermática. Aunque la evaluación andrológica se realiza con frecuencia en los toros, se estima que el 30% de los machos utilizados en monta natural en Brasil son subfértiles (Fonseca, 2009).

El uso del ultrasonido en la evaluación del tracto reproductivo de los machos aumenta significativamente la confiabilidad del proceso de selección de los reproductores, ya que permite una evaluación más detallada del parénquima y una mayor precisión en la medición biométrica de este órgano (Siqueira, 2007). Cuando se asocia la evaluación por ultrasonidos con el análisis digitalizado de las imágenes, se logran identificar y medir los cambios sutiles en la ecotextura del parénquima de los testículos, disminuyendo de esta forma las inconsistencias y sesgos de la evaluación directa, visual y táctil de los testículos (Singh, Adams y Pierson, 2003).

El objetivo del presente estudio es evaluar el desarrollo testicular en bovinos jóvenes de la raza guzerat a través de la ultrasonografía, la biometría testicular y la evaluación espermática. De esta manera, se espera colaborar en mejorar la eficiencia de los procesos de selección de los toros con el establecimiento de parámetros que ayuden a evaluar el potencial reproductivo.

Materiales y métodos

En esta investigación se utilizaron 65 animales de la raza guzerat, criados en pasturas, con edades entre los 9,1 a los 24 meses de edad, que fueron evaluados seis veces consecutivas durante un mes. Las evaluaciones consistieron en mediciones de los testículos (largo y ancho), del perímetro testicular, utilizando la metodología recomendada por el *Manual para el examen andrológico y evaluación de semen animal* (CBRA, 1998).

La forma de los testículos se determinó por la ecuación propuesta por Bailey, Monke, Hudson et ál. (1996) basada en la relación entre el ancho y largo del testículo. Los testículos se clasificaron como: largos = (relación $\leq 0,5$); moderadamente largos = ($0,51 \leq$ relación $\leq 0,625$); ovalados = ($0,626 \leq$ relación $\leq 0,750$); ovalados esféricos = ($0,751 \leq$ relación $\leq 0,875$); esféricos = (relación $> 0,875$).

Las ecografías se realizaron colocando el transductor (5 MHz - Fukuda®, Japón) sobre el plano horizontal del testículo, moviéndolo sobre el escroto en la dirección dorso-ventral. Después de la evaluación exhaustiva de los testículos, las imágenes de la región medial se congelaron y grabaron en una cinta de video (VHS). Posteriormente, las imágenes se digitalizaron en formato de *bitmap* (bmp) y se sometieron al análisis computacional de imágenes. Todas las evaluaciones de

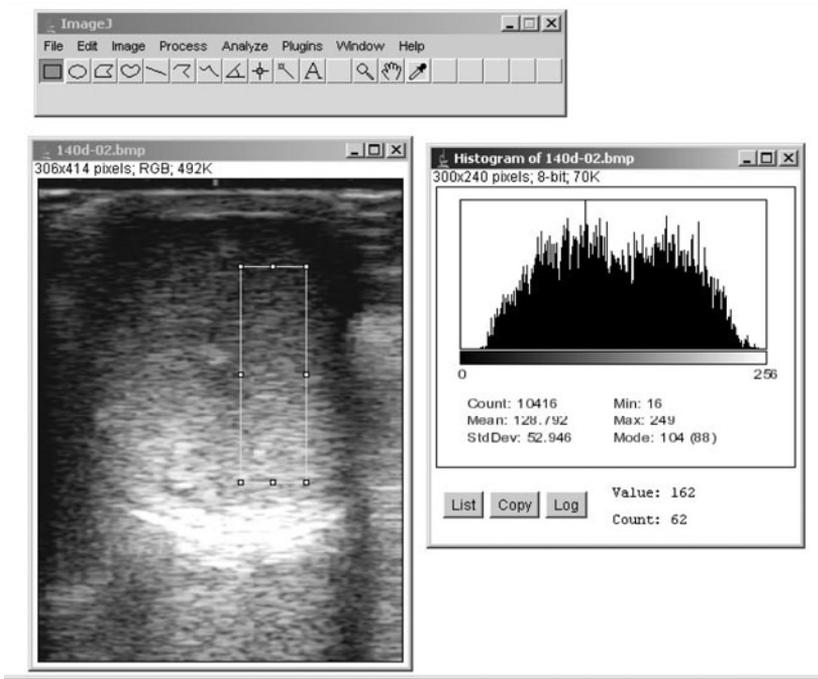
ultrasonido se realizaron con el mismo operador y equipo de ultrasonido, se configuró el equipo de ultrasonido con un ajuste de intensidad de grises igual en todas las mediciones. Los análisis de las imágenes se realizaron mediante el programa de computador Image J 1.58 (National Institutes of Health, Bethesda, MD, Estados Unidos).

En cada imagen, se seleccionaron dos áreas homogéneas de parénquima testicular, lateral al mediastino, para medir la intensidad de los píxeles. Los resultados se expresaron como la media aritmética de las dos mediciones realizadas. La escala de píxeles osciló de cero (0), área anecogénica y 255 en el área hiperecogénica.

Cuando los animales alcanzaron un perímetro escrotal ≥ 20 se iniciaron las colectas de semen por la técnica de electroeyaculación. En estudios previos en rebaños de la raza guzerat se encontró que los perímetros escrotales a este diámetro eran prepúberes (Echeverry, 2010; García, Pinheiro y Okuda, 1987; Osorio, 2010; Torres y Henry, 2005). Se consideraron animales púberes aquellos que presentaron por lo menos un espermatozoide móvil en el eyaculado (Quirino, Bergmann, Vale Filho et ál., 1999).

En las muestras seminales se evaluó la motilidad progresiva y el vigor de los espermatozoides mediante microscopía

Figura 1. Imagen ultrasonográfica del testículo y resultado del análisis computacional a través del software Image J 1.582



óptica de 20X y en 40X se utilizó una lámina y laminilla. La morfología espermática se evaluó con semen fresco (100 células) con microscopio de contraste de fase (100X).

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS (1996). El desarrollo testicular se evaluó mediante el análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon por medio Student-Newman-Keuls (perímetro escrotal, longitud, ancho testicular y la intensidad testicular en pixeles). Los coeficientes de correlación de Pearson

(variables no paramétricas) y Sperman (variables no paramétricas) se calcularon de acuerdo con la normalidad de las respuestas. Además, se utilizó un análisis descriptivo para las formas del testículo.

Resultados y discusión

Los resultados de la biometría testicular se resumen en la tabla 1, donde se observa un aumento progresivo de las medidas con el incremento en la edad de los animales. Los valores del perímetro escrotal, largo y ancho testicular por categoría de edad fueron simila-

res a los observados por Torres Junior y Henry (2005) en otro rebaño de la raza Guzerat. Similares medidas testiculares también se observaron en otros estudios realizados en razas cebuinas alimentadas en pasturas (Gilardi, Pinho, Martins et ál., 2001; Unanian Silva, Mc Manus et ál., 2000). Sin embargo, en un estudio realizado con machos cebuinos de la raza Tabapuã sometidos a una suplementación nutricional, presentaron medidas testiculares superiores a las observadas en este trabajo (Correa, Vale Filho, Andrade et ál., 2006).

La fase de mayor crecimiento del perímetro escrotal se presentó en las edades de 15 a 30 meses. En animales Brahman, Fields, Burns y Warnick (1979) observaron que el rango de mayor crecimiento ocurrió entre los 12 a los 24 meses de edad. Sin embargo, Quirino et ál. (1999) en machos Nelore encontraron el mayor

crecimiento de los testículos de los 9 a los 12 meses de edad; de acuerdo con estos autores, esta precocidad se debió a la mayor intensidad en la mayor presión de selección a la cual estaba sometido el rebaño evaluado.

Las diferencias en las medidas testiculares entre las razas y los rebaños, sugieren que la variabilidad genética y las condiciones nutricionales influyen en el desarrollo sexual de los machos bovinos. Por lo tanto, se hace necesario que se establezcan patrones de biometría testicular, según las condiciones de manejo nutricional, lo que facilita la evaluación del desarrollo reproductivo y la selección de los animales contemporáneos en los cuales se observan características de precocidad y genética superior.

Las formas testiculares predominantes en todos los grupos de diferentes edades

Tabla 1. Desarrollo testicular de machos de la raza guzerat (*Bos taurus indicus*) en diferentes grupos de edades

Variables	Grupos de edades (rango de meses)						
	9,1-12,0	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0
	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE
PE (cm)	16,6±1,9 ^g	18,3±2,4 ^f	21,5±4,0 ^e	24,0±3,6 ^d	26,8±3,3 ^c	28,6±3,6 ^b	31,1±4,2 ^a
Largo TD (cm)	4,6±0,9 ^{fe}	5,1±0,9 ^e	6,0±1,6 ^d	7,0±1,6 ^c	7,2±1,3 ^{cb}	7,7±1,2 ^b	8,8±1,6 ^a
Largo TI (cm)	4,5±0,8 ^f	5,1±0,9 ^e	6,0±1,7 ^d	7,0±1,6 ^c	7,1±1,3 ^c	7,7±1,3 ^b	8,7±1,6 ^a
Ancho TD (cm)	2,7±0,4 ^g	3,1±0,4 ^f	3,8±0,7 ^e	4,3±0,7 ^d	4,8±0,7 ^c	5,1±0,6 ^b	5,6±0,8 ^a
Ancho TI (cm)	2,6±0,4 ^g	3,0±0,4 ^f	3,7±0,6 ^e	4,1±0,6 ^d	4,7±0,7 ^c	5,0±0,7 ^b	5,6±0,9 ^a

^{abc} Letras minúsculas diferentes en la misma línea (P < 0,05); prueba de Student-Newman-Keuls. X ± DP = media ± desviación Estándar; PE = perímetro escrotal; TD = Testículo Derecho; TI = Testículo Izquierdo.

evaluados fueron los largos moderados y ovalados, que correspondieron al 82,64% del total de los evaluados.

Se observó un cambio de predominancia de la forma largo moderado hacia la forma oval a los 21 meses de edad. Este cambio se puede justificar por la disminución en la ganancia mensual de la longitud testicular en este grupo de edad (tabla 3), con el resultado de un aumento en la relación del ancho/largo que determina la forma del testículo. La predominancia de las formas testiculares

alargadas en los animales cebuinos también se reportó en otros trabajos en toros Nellore (Bailey et ál., 1996; Unanian et ál., 2000).

La ecotextura del parénquima testicular (tabla 4) aumentó entre los 15,1 meses hasta los 30 meses de edad, lo que puede atribuirse a un aumento en el crecimiento y la consistencia de ese órgano y se puede aproximar a una madurez sexual. Se observó que los testículos de los animales en la pubertad presentaron una mayor intensidad de pixeles ($P < 0,05$)

Tabla 2. Frecuencia de las diferentes formas testiculares en machos jóvenes de la raza guzerat (*Bos taurus indicus*) en diferentes grupos de edades

Formas testiculares	Grupos de edades (meses)						
	9,1-12,0	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Largos	4 (8,5)	5 (10,6)	4 (8,5)	6 (12,8)	4 (8,5)	1 (2,1)	0 (0)
Moderadamente largos	43 (17,6)	45 (18,4)	30 (12,3)	27 (11,1)	13 (5,3)	9 (3,7)	6 (2,5)
Ovalados	17 (8,9)	30 (15,6)	24 (12,5)	30 (15,6)	42 (21,9)	17 (8,9)	5 (2,6)
Ovalados esféricos	2 (4,4)	3 (6,7)	13 (28,9)	7 (15,6)	11 (24,4)	6 (13,3)	2 (4,4)
Esféricos	0 (0)	0 (0)	2 (66,7)	0 (0)	1 (33,3)	0 (0)	0 (0)

n = número de animales; largos = (relación $\leq 0,5$); moderadamente largos = ($0,51 \leq$ relación $\leq 0,625$); ovalados = ($0,626 \leq$ relación $\leq 0,750$); ovalados esféricos = ($0,751 \leq$ relación $\leq 0,875$); esféricos = (relación $> 0,875$).

Tabla 3. Tasas de crecimiento mensual del perímetro escrotal, largo, ancho y profundidad (promedio) de los testículos en machos de la raza guzerat (*Bos taurus indicus*)

Variables	Grupos de edades (meses)						
	9,1-12,0	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0
	X \pm DE	X \pm DE					
PE (cm)	0,4 \pm 0,1 ^b	0,5 \pm 0,3 ^b	1,0 \pm 0,1 ^a	0,8 \pm 0,1 ^a	0,9 \pm 0,2 ^a	0,6 \pm 0,2 ^{ba}	0,8 \pm 0,1 ^a
Largo (cm)	0,1 \pm 0,1 ^b	0,3 \pm 0,3 ^b	0,7 \pm 0,1 ^a	0,5 \pm 0,3 ^a	0,1 \pm 0,1 ^b	0,3 \pm 0,2 ^b	0,5 \pm 0,2 ^a
Ancho (cm)	0,2 \pm 0,1 ^a	0,2 \pm 0,1 ^a	0,3 \pm 0,0 ^a	0,2 \pm 0,0 ^a	0,2 \pm 0,1 ^a	0,1 \pm 0,1 ^a	0,2 \pm 0,1 ^a

^{abc} Letras minúsculas diferentes en la misma línea ($P < 0,05$); prueba de Student-Newman-Keuls. X \pm DE = media \pm Desviación Estándar; PE = perímetro escrotal.

comparados con los testículos de los animales prepúberes (tabla 5). Se encontraron resultados similares por otros autores en diversas razas bovinas (Abdel-Razek y Ali, 2005; Cardilli, 2008; Chandolia, 1997; Pastore, 2008). El aumento en la ecotextura en esta fase puede ser el resultado de la proliferación celular incrementada y el aumento en el diámetro de los túbulos seminíferos creciente durante la pubertad (Chandolia, 1997).

La edad presentó una correlación alta y positiva con el perímetro escrotal ($r = 0,87$), longitud ($r = 0,77$) y el ancho testicular ($r = 0,88$), y una correlación media con la intensidad en los pixeles (0,58). Se esperaba una correlación alta entre las medidas testiculares y la edad de los animales y también encontrada en otras razas como el Nellore (Gressler, 1998), la Brahman (Silva-Mena, 1997) y en animales Simental x Nellore (Costa, 1999). La correlación positiva encontrada entre edad y perímetro escrotal fue similar a la relatada por Vásquez, Vera y Jesús (2003); sin embargo, Brito, Vera, Jesús

Tabla 5. **Intensidad de pixeles y perímetro escrotal en machos de la raza guzerat (*Bos taurus indicus*) prepúberes y postpúberes**

	Prépúberes	Pospúberes
PE	19,0±5,2 b	27,1±4,0 a
IP TD	56,5±43,1 b	95,0±39,1 a
IP TE	57,8±45,1 b	99,2±38,5 a

abc Letras minúsculas diferentes en la misma línea ($P < 0,05$); prueba de Student-Newman-Keuls. PE = perímetro escrotal; IP TD = intensidad de pixeles en el testículo derecho; IP TE = intensidad de pixeles en el testículo izquierdo.

(2003) y Coe (1999) reportaron correlaciones positivas no significativas y de baja magnitud entre estas dos variables. El perímetro escrotal fue positivo y altamente correlacionado con la intensidad de los pixeles en el parénquima testicular ($r = 0,72$), demostrando una relación con el desarrollo de los testículos bovinos.

La intensidad de los pixeles se correlacionó moderadamente con la movilidad ($r = 0,32$), vigor ($r = 0,31$), concentración espermática ($r = 0,29$) y presentó una correlación no significativa con el porcentaje de espermatozoides morfo-

Tabla 4. **Intensidad de pixeles en los dos testículos (derecho/izquierdo) en machos de la raza guzerat (*Bos taurus indicus*) en diferentes grupos de edades**

Variables	Grupos de edades (meses)						
	9,1-12,0	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0
	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE
IP TD	36,7±22,2 ^d	40,0±29,9 ^d	76,2±42,7 ^c	97,1±46,9 ^b	99,7±44,9 ^b	110,0±36,2 ^b	127,4±46,2 ^a
IP TE	37,4±23,4 ^e	39,9±29,9 ^e	80,7±45,2 ^e	96,7±47,2 ^c	104,1±42,4 ^b	114,5±381,3 ^{ba}	143,4±52,4 ^a

abc Letras minúsculas diferentes en la misma línea ($P < 0,05$); prueba de Student-Newman-Keuls. IP TD = intensidad de pixeles en el testículo derecho; IP TE = intensidad de pixeles en el testículo izquierdo.

lógicamente normales. Los resultados obtenidos por Kastelic, Cook, Pierson et ál. (2001) y Brito et ál. (2003) en toros *Bos taurus taurus*, Miskin y Bain (1974) y Cartee, Powe, Gray et ál. (1986) en la especie humana y porcina, respectivamente, mostraron esa misma tendencia.

De hecho, el análisis de las imágenes de ultrasonido de los testículos está más relacionado con la calidad del semen en el futuro que en el presente. En un estudio realizado por Arteaga, Barth y Brito (2005) encontraron que la intensidad de los píxeles no se correlaciona con la calidad de los espermatozoides tomados en la misma semana de la evaluación, pero esta correlación se incrementó cuando el semen fue tomado tres semanas después del día de la evaluación por ultrasonido. Según esos autores, es ideal que la recolección de semen se realice a las dos a cuatro semanas después de esta evaluación. A pesar de la baja correlación detectada entre la calidad del semen y la intensidad de los píxeles, ecotextura testicular pueden ser indicativos del desarrollo testicular.

Conclusiones

A través de este estudio se estableció que a los 30 meses de edad los testículos de los machos guzerat estaban en fase de crecimiento pero en menor amplitud. La intensidad de los píxeles aumentó gradualmente durante el desarrollo tes-

ticular y el incremento de este parámetro podría ser un indicio de la proximidad de la aparición de la pubertad.

Agradecimientos

Ao CNPq e a CAPES por las becas concedidas durante la realización del trabajo y a la Hacienda el Rosário, localizada en el Municipio de Carlos Chagas (MG), Brasil.

Referencias

- Arteaga, A. A., Barth, A. D. y Brito, L. F. C. (2005). Relationship between semen quality and pixel-intensity of testicular ultrasonograms after scrotal insulation in beef bulls. *Theriogenology*, 64, 408-415.
- Abdel-Razek, A. K. y Ali, A. (2005). Developmental changes of bull (*Bos taurus*) genitalia as evaluated by caliper ultrasonography. *Reproduction in Domestic Animals*, 40, 23-27.
- Bailey, T. L., Monke, D., Hudson, R. S. (1996). Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. *Theriogenology*, 46, 881-887.
- Brito, L. F. C., Silva, A. E. D. F., Rodrigues, L. H. (2002). Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and sperm production and semen quality in AI bulls in Brazil. *Theriogenology*, 58, 1175-1186.
- Brito, L. F. C., Silva, A. E. D. F. y Barbosa, R. T. (2003). Effects of scrotal insulation on sperm production, semen quality, and

- testicular echotexture in *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* bulls. *Animal Reproduction Science*, 79, 1-15.
- Cardilli, D. J. (2008). *Análise quantitativa da imagem ultra-sonográfica de testículos de bovinos jovens da raça Nelore*. [Mestrado-FCAV]. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, São Paulo.
- Carmo, A. S. (2008). Avaliação do desenvolvimento testicular de machos da Raça guzerá do nascimento aos 30,0 meses de idade, através da ultra-sonografia, biometria e avaliação, espermática. 89f. [Dissertação, Mestrado]. Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte, MG – Brasil.
- Cartee, R. E., Powe, T. A., y Gray, B. W. (1986). Ultrasonographic evaluation of normal boar testicles. *American Journal Research*, 47, 2543-2548.
- Cartwright, T. C. (1980). Prognosis of Zebu cattle: Research and application. *Journal of Animal Science*, 50, 1221-1226.
- Coe, P. H. (1999). Associations among age, scrotal circumference, and proportion of morphologically normal spermatozoa in young beef bulls during an initial breeding soundness examination. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 214, 1644-1667.
- Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA). (1998). *Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal*. (1974). [2a. ed]. Belo Horizonte: CBRA, 49p.
- Corrêa, A. B., Vale Filho, V. R. y Andrade, V. J. (2006). Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58, 823-830.
- Costa, A. J. S. A. y Freneau, G. E. (1999). Desenvolvimento corporal e testicular em bovinos machos F1 Simental de sete aos vinte meses de idade. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 23, 212-214.
- Chandolia, R. K. (1997). Assessment of development of the testes and accessory glands by ultrasonography in Bullcalves and associated endocrine changes. *Theriogenology*, 48, 119-132.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (1997). *Informativo do Centro Nacional de Pesquisa de gado de corte*, 10.
- Fields, M. J., Burns, W. C. y Warnick, A. C. (1979). Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *Journal of Animal Science*, 48, 1299-1303.
- Fonseca, V. O. (2009). O touro no contexto da eficiência reprodutiva do rebanho. *Informe Agropecuario*, 21, 48-63.
- Garcia, J. M., Pinheiro, L. E. L. y Okuda, H. T. (1987). Body development and semen physical and morphological characteristics of young Guzera bulls. *Ars Veterinariae*, 3, 47-53.
- Gilardi, S. G. T., Pinho, T. G., Martins, C. B. (2001). Circunferência escrotal e características do sêmen de touros Nelore aos 18 meses de idade. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 8, 13-15.
- Geymonat, D. H. y Méndez, J. E. (1987). Circunferencia escrotal de toros y su relación con caracteres de producción y reproducción. En J. E. B. Ostrowsky,

- (Comp). *Theriogenologia IV*; Itens sobre la fisiopatología de la reproducción de bovinos, ovinos y porcinos. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 47-66.
- Gressler, S. L. (1998). *Estudo de fatores de ambiente e parâmetros genéticos de algumas características reprodutivas em animais da raça Nelore*. [Mestrado], Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Kastelic, J. P., Cook, R. B., Pierson, R. A. (2001). Relationship among scrotal and testicular characteristics, sperm production, and seminal quality in 129 beef bulls. *Canadian Veterinary Research*, 65, 111.
- Loaiza Echeverri, A. M. (2010). *Uso de modelos não-lineares para descrever o crescimento do perímetro escrotal em touros da raça guzerá criados em pastoreio extensivo*, 49.p Dissertação [Mestrado]. Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte, MG – Brasil.
- Miskin, M. y Bain, J. (1974). B-mode ultrasonic examination of the testes. *Journal of Clinical Ultrasound*, 2, 307-311.
- Pastore, A. A. (2008). *Ultra-sonografia na avaliação andrológica de bovinos da raça Nelore*. [Doutorado – FCAV]. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, São Paulo.
- Pechman, R. D. y Eilts, B. E. (1987). B-mode ultrasonography of bull testis. *Theriogenology*, 27, 431-441.
- Pérez, J. O. (2010). *Características reprodutivas dos seis aos 36 meses de idade de machos da raça Guzerá criados a pasto na região do cerrado mineiro*. 113 p. Tese 48 [Doutor em ciência animal]. Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG–Brasil.
- Quirino, C. R., Bergmann, J. A. G. y Vale Filho, V. R. (1999). Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*, 52, 25-34.
- Rajaratne, A.A.J., Ranawana, S.S.E. y Thilakaratne, N. (1983). Comparative tolerance of hot-humid climatic conditions by three species (*Bos taurus*, *Bos indicus* and *Bubalus bubalis*) of Bovidae. *Sri Lanka Veterinary Journal*, 31, 21-26.
- SAS Institute Inc. (1996). *SAS user's guide: Statistics. Version 6.03*. Cary, NC: SAS Institute Inc.. 530 p.
- Siqueira, L. G. B. (2007). *Uso da análise computacional de imagens ultra-sonográficas, na avaliação da função luteal em bovinos*. [Mestrado]. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.
- Singh, J., Adams, J. P. y Pierson, R. A. (2003). Promise of new imaging technologies for assessing ovarian function. *Animal Reproduction Science*, 78, 371-399.
- Silva-Mena, C. (1997). Peripubertal traits of Brahman bulls in Yucatan. *Theriogenology*, 48, 675-685.
- Torres Júnior, J. R. y Henry, M. (2005). Sexual development of Guzerat (*Bos taurus indicus*) bulls raised in a tropical region. *Animal Reproduction*, 2, 114-121.
- Unanian, M. M., Silva, A. E. D. F. y Mc Manus, C. (2000). Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 136-144.

- 62 Vázquez, L. y Vera, O., Jesús, A. (2003). Testicular growth and semen quality in peripuberal Brahman bulls. *Research Rural Development*, 15. Recuperado el 30 de enero de 2007 de <http://www.cipav.org.co/lrrd5/10/vasq1510.htm>