

Desenvolvimento testicular e puberdade em machos da raça guzerá da desmama aos 36 meses de idade criados no cerrado mineiro

Jair Pérez Osorio¹ / Henry Marc² / Jose Aurélio García Bergmann³ / Adriana Santana do Carmo⁴ / Fernando Andrade Souza⁵

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar o desenvolvimento testicular, avaliar a associação existente entre o perímetro escrotal (PE) e o volume testicular (VOL), e identificar os parâmetros testiculares na puberdade, em machos da raça guzerá. Foram avaliados 330 machos totalizando 1757 observações realizadas a cada três meses a partir da desmama até os 36 meses. Foram feitas as mensurações do PE, comprimento e largura testiculares. O VOL foi calculado seguindo método descrito por Fields et al. Os animais que apresentaram PE ≥ 20 cm foram submetidos à coleta de sêmen utilizando-se estímulo eletro-ejaculatório. Foram considerados animais púberes aqueles que apresentaram pelo menos um espermatozoide móvel no ejaculado. A curva de desenvolvimento testicular foi descrita pela função logística, sendo o ponto de inflexão máximo do perímetro escrotal e do volume testicular aos 13,2 meses de idade (18,1 cm) e 23,3 meses de idade (389,4 cm³), respectivamente. A taxa de crescimento média do perímetro escrotal e do volume testicular antes e depois do ponto de inflexão foram respectivamente: 0,58 cm/m, 16,3 cm³/m, 0,29 cm/m, 7,7 cm³/meses de idade. A idade média na puberdade foi de 19,6 meses, com 250,6 kg de peso, 22,8 cm de perímetro escrotal e 284,7 cm³ do volume testicular. A proporção de machos púberes na faixa etária de 12-16 meses foi de 7,4%; dos 16-20 meses foi 41,23%; dos 20-24 foi 68%; dos 24-28 foi 91,96%. Aos 24 meses de idade, 91,96% dos animais encontravam-se púberes. Foi verificada uma alta correlação positiva entre PE e VOL ($r = 0,91$; $P < 0,001$). Estes resultados indicam que na raça guzerá o perímetro escrotal estima de forma eficiente o volume escrotal, podendo ser usado como uma medida segura para a seleção de jovens reprodutores.

Palavras chave: desenvolvimento testicular, puberdade, touro, guzerá.

1 MVZ, MSc, PhD. Professor Associado, Faculdade de Ciências Agropecuárias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colômbia. ✉ jairperez@unisalle.edu.co

2 MV, MSc, PhD. Professor Adjunto do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ✉ malandinezp@unaf.edu.co

3 MV, MSc, PhD, Professor Titular do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil. ✉ bergmann@reitoria.ufmg.br

4 Doutoranda da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Unesp FOA, Departamento de Bioquímica e Endocrinologia Animal, Araçatuba, São Paulo, Brasil. ✉ drisantana_@hotmail.com

5 MV, MSc, PhD. Universidade Estadual do Maranhão, Bolsista PNPd, São Luis, Maranhão, Brasil. ✉ femedvet@yahoo.com.br

Desarrollo testicular y pubertad de la raza guzerat desde el destete hasta los 36 meses de edad bajo condiciones de manejo extensivo en la sierra minera

Resumen

El presente estudio caracterizó el desarrollo testicular, evaluó la asociación existente entre el perímetro escrotal (PE) y el volumen testicular (VOL) e identificó los parámetros testiculares en la pubertad en machos de la raza guzerat. Se evaluaron 330 machos que totalizaron 1757 observaciones realizadas cada tres meses, desde el destete hasta los 36 meses. Se realizaron mediciones del PE, longitud y ancho testiculares. Se calculó el VOL siguiendo el método descrito por Fields et ál. Los animales que presentaron PE ≥ 20 cm fueron sometidos a la recolección de semen utilizando estímulo electroeyaculatorio. Se consideraron púberes los animales que presentaron por lo menos un espermatozoide móvil en el eyaculado.

La curva de desarrollo testicular se describió utilizando la función logística, siendo el punto de inflexión máximo del perímetro escrotal y del volumen testicular a los 13,2 meses de edad (18,1 cm) y 23,3 meses de edad (389,4 cm³), respectivamente. La tasa de crecimiento promedio del perímetro escrotal y volumen testicular antes y después del punto de inflexión fueron respectivamente 0,58 cm/m; 16,3 cm³/m; 0,29 cm/m; 7,7 cm³/meses de edad. La edad promedio en la pubertad fue de 19,6 meses, con 250,6 kg de peso, 22,8 cm de perímetro escrotal y 284,7 cm³ de volumen testicular. La proporción de machos púberes en la franja de 12-16 meses fue de 7,4 %; de 16-20 meses, 41,23 %; de 20-24, 68 %; de 24-28 fue de 91,96 %. A los 24 meses de edad 91,96 % de los animales se encontraban púberes. Se verificó una alta correlación positiva entre PE y VOL ($r = 0,91$; $P < 0,001$). Estos resultados indican que en la raza guzerat el perímetro escrotal predice de forma eficiente el volumen escrotal, pudiendo ser usado como una medida segura para la selección de jóvenes reproductores.

Palabras clave: desarrollo testicular, pubertad, toro, guzerat.

Testicular Development and Puberty in Guzerat Males from Weaning to 36 Months of Age Raised at the Sierra Minera

Abstract

The objectives of this study were to characterize testicular development, assess the existing association between scrotal circumference (SC) and testicular volume (VOL), as well as to identify testicular parameters in puberty of males of the Guzerat breed. Three hundred thirty males were evaluated, totaling 1757 observations every three months, from weaning to 36 months of age. SC, testicular length and width were measured. VOL was calculated according to the method described by Fields et al. Animals with SC ≥ 20 cm were subjected to semen collection through electro-ejaculation stimulation. Animals with at least one motile sperm in the ejaculate were considered as pubertal. The testicular development curve was described using the logistic function, where the maximum inflection point of scrotal circumference and testicular volume was at 13.2 months (18.1 cm) and 23.3 months (389.4 cm³), respectively. The average growth rate of the scrotal perimeter and testicular volume before and after the inflection point was 0.58 cm/m, 16.3 cm³/m, 0.29 cm/m, 7.7 cm³/months of age, respectively. Average age in puberty was 19.6 months, with 250.6 kg of weight, 22.8 cm of scrotal perimeter and 284.7 cm³ of testicular volume. The proportion of pubescent males at 12-16 months was 7.4 %; 41.23 % at 16-20 months; 68 % at 20-24 months; 91.96 % at 24-28 months. At 24 months of age, 91.96 % of the animals were pubescent. A high positive correlation was found between SC and VOL ($r = 0.91$; $P < 0.001$). These results indicate that, in the Guzerat race, scrotal circumference efficiently predicts scrotal volume and can therefore be used as a reliable measure for selecting young reproducers.

Keywords: Testicular development, puberty, bull, guzerat.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores objetivos do processo de seleção de touros de raças de corte para a reprodução é a busca de características que possam estimar precocemente o desenvolvimento ponderal e o potencial reprodutivo dos animais (1-3). Desta forma, o perímetro escrotal é um dos parâmetros mais utilizados por tratar-se de uma característica de fácil mensuração e alta repetibilidade (4). Além disso, a importância do uso desta medida não reside exclusivamente na seleção de machos, a mesma tem uma correlação positiva com a idade na puberdade (5,6), da idade ao primeiro parto, resultando favoravelmente a mensuração de fertilidade e produtividade em vacas, e correlação positiva com idade na puberdade de novilhas e meio irmãs (7-9). Além disso, o desenvolvimento testicular estimado pelo perímetro escrotal tem correlação com a taxa de ganho de peso, a idade da mãe, o peso ao nascimento e a condição corporal (10,3).

Apesar do perímetro escrotal ser um dos pontos básicos para o direcionamento da seleção de reprodutores, alguns autores têm introduzido outros atributos a esse processo, tal como, a idade na puberdade. Animais que atingem a puberdade mais cedo, começam a vida reprodutiva mais rapidamente. A precocidade sexual é uma característica de grande impacto no ciclo de produção, já que aumenta a vida produtiva do animal, tornando-o mais eficiente e rentável (11).

Os estudos direcionados para a análise dessa característica mostraram que existem diferenças substanciais entre taurinos e zebuínos na precocidade do desenvolvimento testicular, e na idade à maturidade sexual (12,13). Além disso, devido ao fato da pressão de seleção em andamento não ser homogênea entre raças zebuínas deve ser considerada a possibilidade que para uma dada faixa etária parâ-

metros reprodutivos de uma não sejam plenamente adequados para outra. Além disso, sabe-se que em países tropicais a disponibilidade de alimento nas criações extensivas sofre grande variação entre as épocas do ano. A nutrição é um fator crucial para o desenvolvimento corporal e consequentemente reprodutivo. Animais submetidos a manejo nutricional com alta disponibilidade de energia e proteína são mais precoces que animais criados com dietas menos ricas (11,14,15). Portanto, é indicado que parâmetros reprodutivos de seleção sejam caracterizados para cada raça, e se for possível considerando o sistema de criação aos quais os animais estão sendo submetidos.

Apesar de diversos estudos terem sido realizados na tentativa de caracterizar os parâmetros reprodutivos da raça Guzerá (16,17) a população avaliada foi limitada e as avaliações populacionais foram pontuais e não sequências podendo os resultados não expressem de forma mais fidedigna o perfil da raça.

Portanto, o objetivo deste trabalho, usando o modelo de criação a pasto complementar avaliações feitas anteriormente por (16-21), caracterizar detalhadamente as curvas de crescimento testicular, com especial atenção ao período peri-puberal em machos jovens da raça Guzerá.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados 330 machos da raça Guzerá, criados a pasto na região do cerrado recebendo suplementação volumosa no período da seca. Os animais foram avaliados a cada três meses a partir dos oito meses de idade até a permanência dos mesmos na propriedade. Cada macho foi submetido de uma até 10 avaliações consecutivas. Oitenta por cento dos animais foram avaliados pelo menos quatro vezes consecutivas, e 54 % dos mesmos foram avaliados seis ou mais

vezes consecutivas. As avaliações consistiram na mensuração dos testículos (comprimento e largura) e perímetro escrotal, segundo a técnica preconizada pelo Manual para Exame Andrológico e Avaliação de Sêmen Animal do CBRA (1998) (22). O cálculo do volume testicular (cm^3) foi efetuado pela fórmula do cilindro: $\text{VOL} = 2[(r^2) \times \pi \times h]$ onde r = raio (largura/2), h = comprimento ou altura, e $\pi = 3,14$ (23). A forma testicular foi determinada pela equação preconizada por Bailey (24), baseando-se na razão entre a largura e o comprimento do testículo. Os testículos foram classificados nas seguintes categorias: longo (razão: $\leq 0,5$); longo/moderado (razão: 0,51 a 0,625); longo/oval (razão: 0,626 a 0,750; oval/esférico (razão: 0,751 a 0,875) e esférico (razão: $> 0,875$).

No momento das avaliações andrológicas, foram realizadas as pesagens com a utilização de uma balança eletrônica (Balanças Eletrônicas componíveis com o Indicador Coimma KT 40 ©) e determinado o escore de condição corporal através da observação visual da cobertura muscular e gordura sobre a região lombar, costelas e paleta, numa escala de um a cinco, segundo o critério adotado por Jorge et al. (25).

Tentativas de coleta de sêmen pelo método de eletroejaculação foram iniciadas somente em machos com perímetro escrotal ≥ 20 cm. Foram considerados animais púberes, aqueles que apresentaram pelo menos um espermatozoide móvel no ejaculado (16). Para obter-se maior precisão na identificação da idade na puberdade considerando o intervalo entre avaliações utilizado, foram incluídos nas análises deste parâmetro apenas os animais submetidos a coletas de sêmen consecutivas sendo pelo menos uma vez no período pré-púbere e pelo menos uma vez no período pós-púbere ($n = 191$). A idade na puberdade foi calculada como a média de idade entre as duas avaliações consecutivas (período pré-púbere e pós-púbere). O perímetro

escrotal e volume testicular na puberdade foram calculados pela interpolação desses parâmetros para a idade na puberdade previamente calculada. Para melhor caracterização e descrição o período peripúbere foi subdividido em duas fases de avaliação: fase pré-púbere (de 90 dias antes da ocorrência até a puberdade (ponto 0) e fase pós-puberdade (da puberdade até 120 dias após a ocorrência da mesma). Para esta parte do estudo foram incluídos somente animais que foram submetidos conjuntamente à coleta de sêmen e mensurações testiculares em todas as tentativas realizadas neste intervalo de tempo. Portanto, para esta análise 23 machos atenderam aos requisitos pré-estabelecidos.

Os dados foram ajustados segundo a função logística pelo procedimento de regressão não linear (NLIN) do Statistical Analysis System (SAS). Esta função demonstrou ser o melhor modelo para a raça Nelore comparado às funções de Brody, Gompertz e Richards (26). Para a formação de arquivos, consistência e análise descritiva dos dados, foram utilizados procedimentos contidos no pacote estatístico SAS (27). Segundo o modelo $PE = \frac{A}{[1 + B \times \text{Exp}(-K \times t)]}$, onde a resultante é o perímetro escrotal ou volume testicular a t meses de idade:

A = idade a maturidade sexual na idade adulta.

B = perímetro escrotal ao nascimento.

K = taxa de crescimento ou velocidade de crescimento com que o animal atinge o perímetro escrotal na maturidade sexual.

O ponto de inflexão do modelo logístico é calculado $A/2$; já para o cálculo da idade ao ponto de inflexão é utilizada a fórmula de logaritmo natural de B/K valor de K . Foi utilizada estatística descritiva, para caracterização das respostas avaliadas, como a identificação da cronologia do início

do crescimento testicular, produção espermática e ocorrência de puberdade. Foram calculadas as médias simples das características avaliadas e seus respectivos desvios-padrão. Para a formação de arquivos, consistência e análise descritiva dos dados, foram utilizados procedimentos contidos no pacote estatístico SAS (27). Para a análise das variáveis com respostas de distribuição normal: perímetro escrotal, peso vivo e biometria testicular (comprimento e largura) os períodos foram comparados por meio de análise de variância empregando-se o teste t de Student. Já para respostas que não apresentaram distribuição normal (volume testicular) foi realizada a transformação logarítmica ($\log[X+1]$), para obter a distribuição normal e assim poder comparar os diferentes períodos na fase peripuberal dos animais, mediante a análise de variância empregando-se o teste de SNK. Já para o escore corporal foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman (correlações da biometria testicular).

Foram feitas correlações de Pearson e Spearman entre o perímetro escrotal e o volume testicular an-

tes e depois do ponto de inflexão. A caracterização das respostas avaliadas no período peripuberal foi realizada empregando-se o programa Sigma Plot versão 10.0, Copyright ©-Systat Software, 2006.

RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentadas as características de peso, escore corporal e medidas testiculares por faixa etária. Pode-se observar que o grupo de animais apresentou com a idade um aumento contínuo e progressivo no peso corporal. O desenvolvimento testicular associado ao aumento do peso e da idade foi observado desde a categoria dos seis até a categoria dos 36 meses de idade. Pode-se observar que na última faixa etária avaliada as medidas do tamanho testicular ainda estavam em fase de crescimento.

A curva de crescimento do perímetro escrotal e volume testicular e os pontos de inflexão (seta) de cada curva estão representados na figura 1. O desenvolvimento testicular foi descrito pela função logística, seguindo as seguintes equações:

Tabela 1. Desenvolvimento testicular, peso e escore corporal em machos da raça Guzerá em diferentes faixas etárias (meses)

Variáveis	Faixas etárias (meses)						
	6-12	12-16	16-20	20-24	24-28	28-32	32-36
	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP
N	104	185	192	178	194	146	82
PE (cm)	16,1±1,5	18,0±2,5	21,2±2,9	25,7±4,1	28,4±3,3	30,2±3,4	31,4±3,1
CTD (cm)	5,4±1,5	5,5±1,0	6,5±1,3	8,2±1,5	9,4±1,2	9,9±1,2	10,3±1,0
LTD (cm)	3,4±0,7	3,5±0,7	4,0±0,8	5,0±0,9	5,6±0,7	6,0±0,7	6,1±0,6
CTE (cm)	5,5±1,5	5,4±1,0	6,4±1,3	8,1±1,5	9,2±1,3	9,8±1,2	10,2±1,1
LTE (cm)	3,2±0,6	3,5±0,5	4,0±0,7	4,8±0,9	5,4±0,8	5,9±0,8	6,1±0,7
VOLT (cm ³)	105,6±77,2	114,5±56,4	177,4±92,3	326,4±171,4	462,2±164,7	565,9±195,8	612,1±163,4
PESO VIVO (kg)	143,7±33,0	189,1±31,4	230,2±33,0	274,5±49,3	319,7±48,0	351,2±50,4	396,2±45,7
EC (1-5)	2,4±0,6	3,0±0,5	3,3±0,6	3,5±0,7	3,4±0,6	2,9±0,8	3,4±0,6

N: número de observações; PE: perímetro escrotal; CTD: comprimento testicular direito; LTD: largura testicular direita; CTE: comprimento testicular esquerdo; LTE: largura testicular esquerda; VOLT: volume testicular; EC: escore corporal (1-5) 1 = muito magro e 5 = obeso.

$$PE = 36,20 / (1 + 3,75 \cdot \text{Exp} [-0,10X]);$$

$$\text{Vol T} = 778,82 / (1 + 76,56 \cdot \text{Exp} [-0,19X])$$

O ponto de inflexão máximo do perímetro escrotal foi atingido aos 13,2 meses de idade (18,1 cm) e o do volume testicular aos 22,8 meses de idade (389,4 cm³). A taxa de crescimento média do perímetro escrotal e volume testicular antes e depois do ponto de inflexão foram 0,58 cm³/meses de idade, 16,3 cm³/meses de idade, e 0,29 cm³/meses de idade e 7,7 cm³/meses de idade, respectivamente.

No presente trabalho observou-se que o perímetro escrotal e o volume testicular estão fortemente associados nos diferentes momentos do desenvolvimento testicular em machos da raça guzerá. Verificou-se entre os dois a correlação de $r = 0,64$ ($p < 0,0001$) antes do ponto de inflexão da curva de crescimento testicular e $r = 0,91$ ($p < 0,0001$)

após o ponto de inflexão da curva. Considerando-se os dois períodos, pré e pós inflexão juntos, a correlação entre as duas características foi de $r = 0,91$ ($p < 0,0001$).

Foram consideradas para a análise da morfologia testicular 892 observações. As formas testiculares longa/moderada foram as formas de maior frequência ($n = 479$) e corresponderam a 53,7%. A segunda forma mais frequente foi à longa/oval ($n = 348$) 39,1%. Já as formas oval/esférica e longa tiveram uma frequência reduzida ($n = 30$ -3,4%) e ($n = 33$ -3,7%), respectivamente. A forma testicular esférica foi encontrada somente em duas observações (0,2%) (figura 2).

Na tabela 2 estão detalhadas as características testiculares e fenotípicas dos machos Guzerá na puberdade. Na figura 3 estão representadas as proporções de animais púberes por faixa etária.

Figura 1. Curva de crescimento do volume testicular e do perímetro escrotal de animais da raça Guzerá de acordo com a função logística (setas = ponto de inflexão)

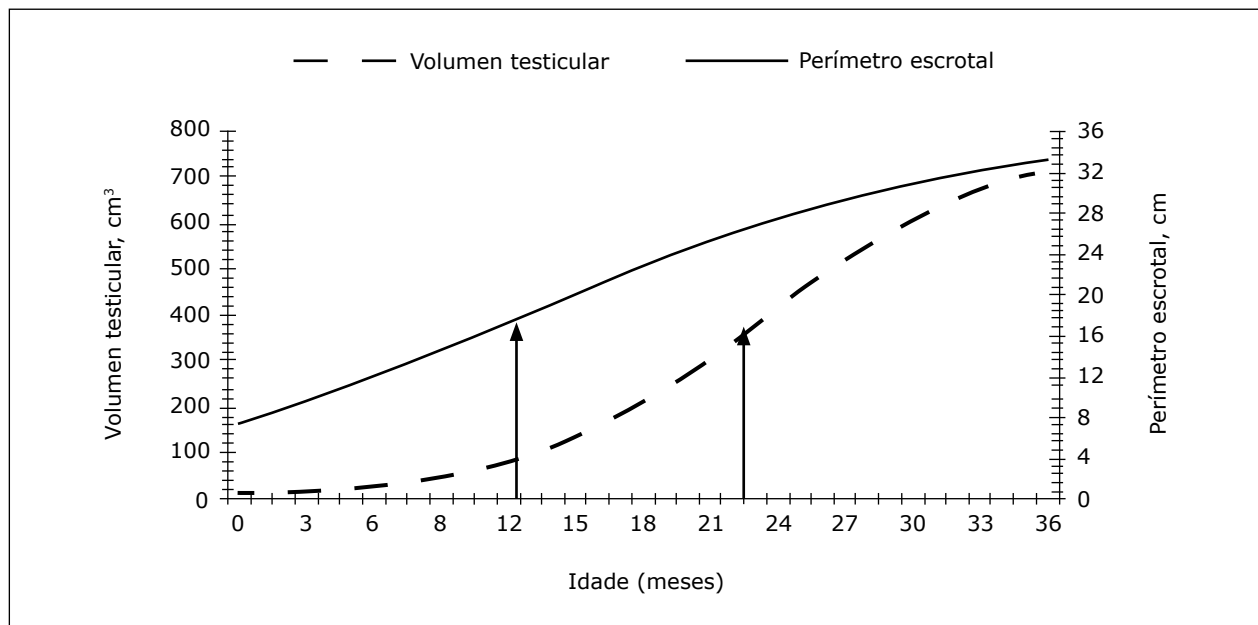
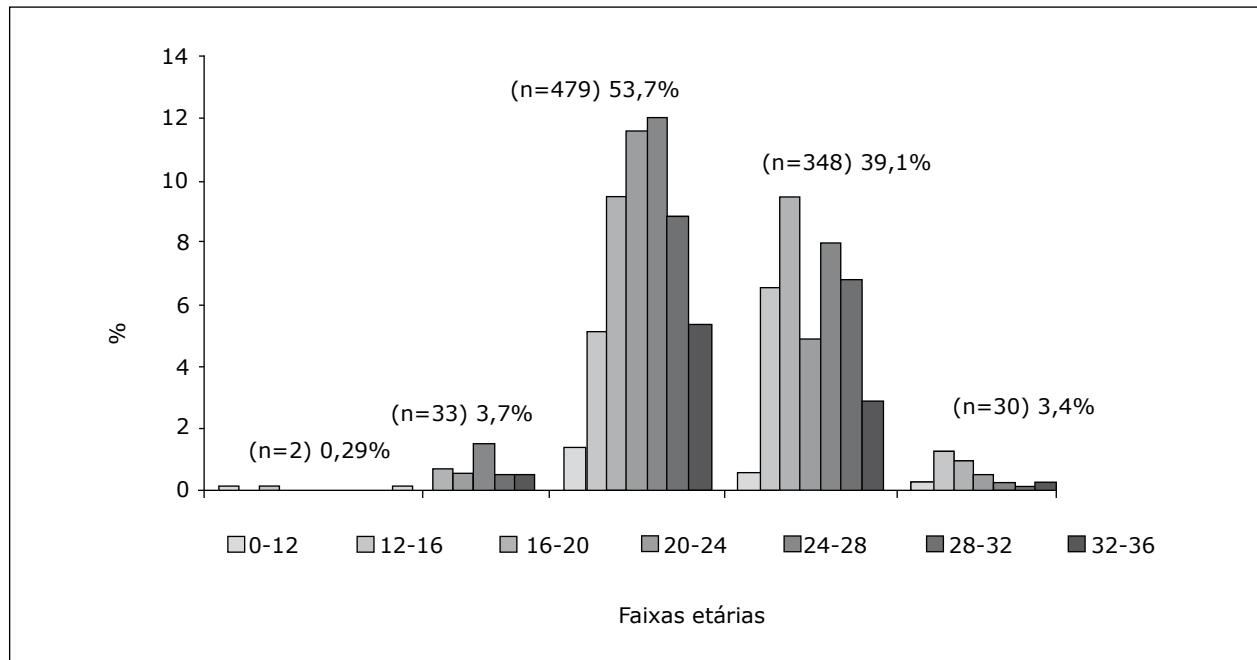


Figura 2. Frequência das diferentes formas testiculares em machos jovens da raça guzerá em diferentes faixas etárias**Tabela 2. Características testiculares e fenotípicas de 191 machos de raça guzerá na puberdade**

Variáveis	n	Média	Desvio Padrão CV (%)	Mínimo	Máximo
Idade em meses	191	19,6	3,9 (19,9)	12,7	28,0
Perímetro escrotal (cm)	181	22,8	2,9 (12,7)	19,2	32,5
Volume testicular (cm ³)	115	284,7	107,6 (37,8)	119,8	841,8
Peso corporal (kg)	180	250,6	47,04 (18,8)	153,0	446,0
Escore de condição corporal (escala 1-5)	190	3,5	0,7 (20,0)	2,0	5,0

A distribuição dos machos na puberdade por idade e por perímetro escrotal está representada na figura 4. Fica caracterizado, nesta figura a ampla variação de idade e perímetro escrotal à puberdade que se pode encontrar na raça Guzerá.

O peso corporal dos animais avaliados no período peri-puberal (-90 a +120 dias da puberdade) foi significativo ($p < 0,0001$) e homogeneamente continuado, não sendo observada qualquer diferença na taxa de ganho de peso no período pré ou pós puberal. A avaliação do comportamento do crescimento testicular no período peri-puberal (-90 a + 120 dias) em relação à época na puberdade) foi resumida na figura 5. Nesta figura são apresentados

os dados de perímetro escrotal, volume testicular, largura e comprimento testiculares em machos da raça Guzerá no período peri-puberal.

Na figura 5 são apresentados os dados da biometria testicular em machos da raça Guzerá no período que caracteriza a época de ocorrência da puberdade. Nessa figura, podemos observar com maior detalhamento as alterações ocorridas no comprimento e largura testiculares. Com relação ao comprimento testicular, observa-se um aumento a partir da puberdade, porém na largura testicular, ocorre uma variação em todos os períodos estudados pré-puberal, puberal e pós-puberal, esta mensuração variou em todos os períodos de avaliação.

Figura 3. Proporção de machos da raça guzerá criados no cerrado e púberes por faixa etária (n = 191)

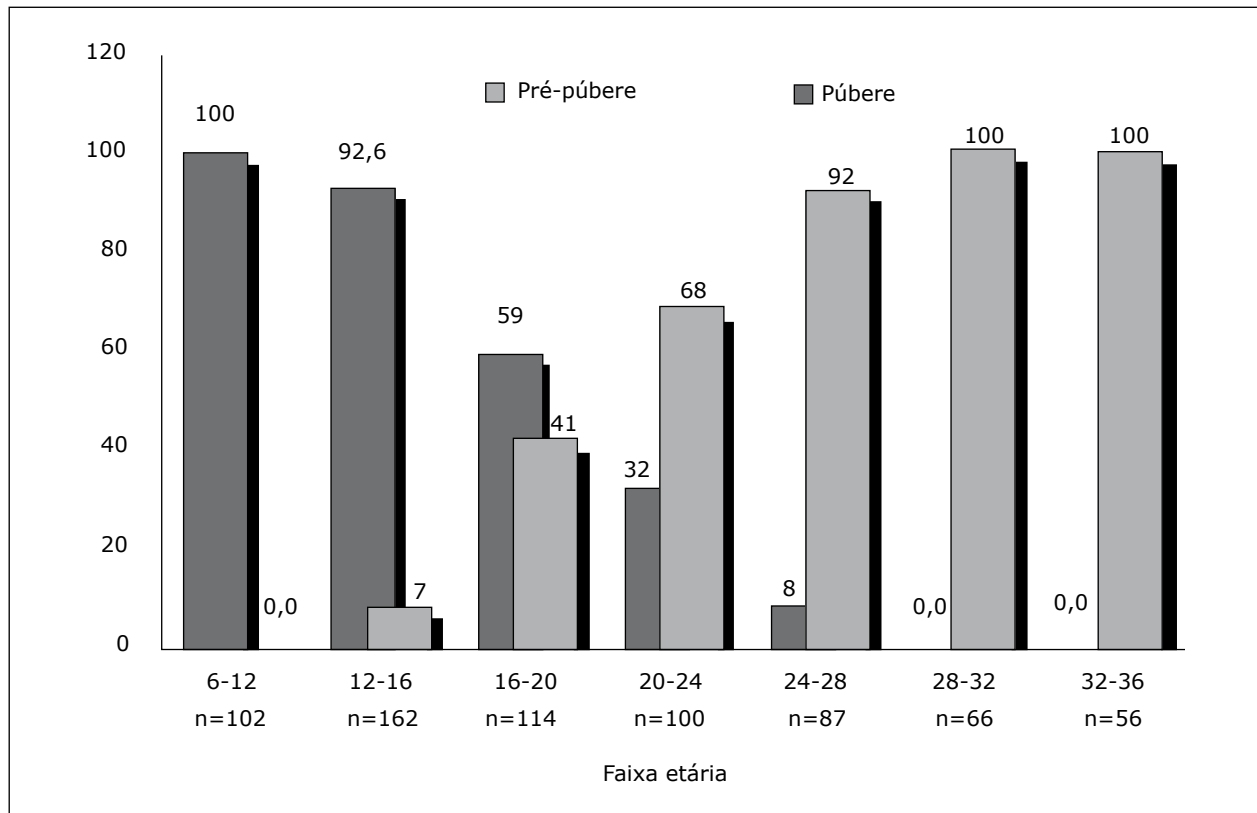


Figura 4. Perímetro escrotal em relação à idade na puberdade em 191 machos da raça guzerá criados no cerrado

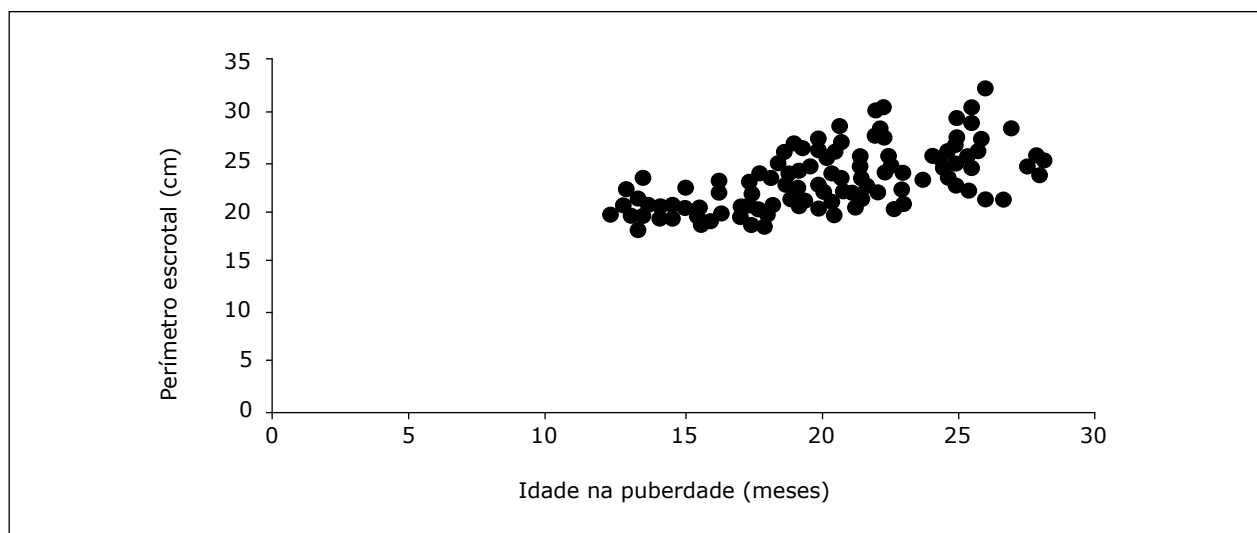
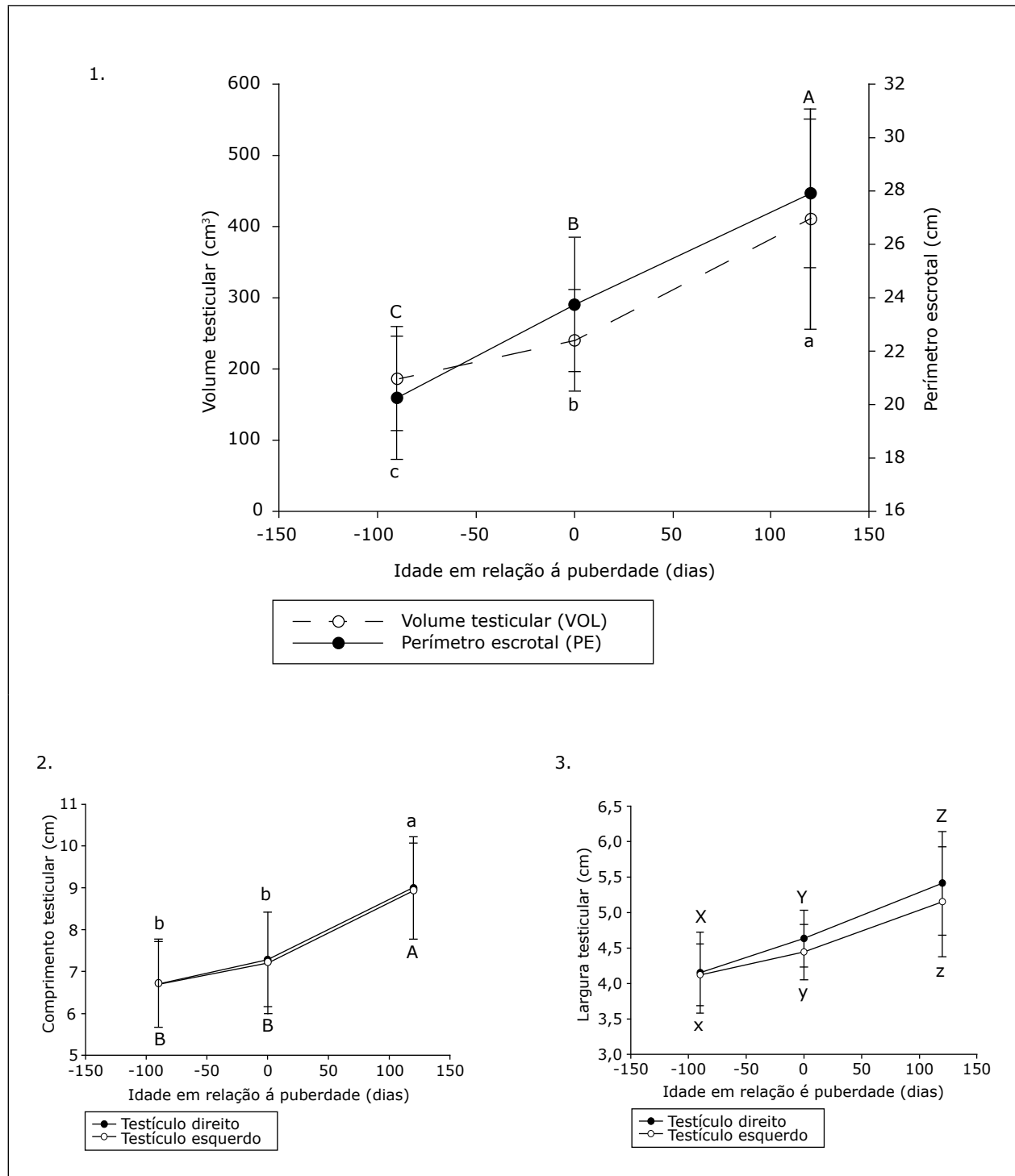


Figura 5. Evolução do perímetro escrotal e volume testicular

(1) Comprimento testiculares (2) e largura testiculares (3) no período peri-puberal em machos da raça Guzerá. Para o volume testicular letras diferentes em cada ponto da curva indicam diferença significativa pelo teste de SNK ($p < 0,0001$). Médias de biometria testicular (perímetro escrotal, comprimento e largura) seguidas de letras maiúsculas distintas diferem pelo teste t-Student ($p < 0,0001$)

DISCUSSÃO

Modelos de regressão não lineares são considerados mais adequados para o estudo da variação do perímetro escrotal em função da idade. Terawaki (28) e Quirino e Bergmann (29) ajustaram diferentes funções não lineares para o estudo do crescimento testicular de bovinos. Os autores concluíram que a melhor função de ajustamento para touros de raças Holandesas e Nelores, foi a logística. Foi observado, no presente trabalho, que o desenvolvimento testicular acompanha o desenvolvimento ponderal dos animais. O crescimento dos testículos e o ganho de peso ocorrem de maneira progressiva, ao longo do desenvolvimento do animal, desde os seis até aos 36 meses idade. Esta mesma tendência foi encontrada dos sete aos 30,7 meses de idade em machos da raça Guzerá, criados em condições do cerrado, avaliados por Torres e Henry (20), Carmo (30), Osorio (31) e Echeverry (32). Estes mesmos autores relataram que até os 31 meses de idade, os testículos ainda não tinham apresentado a estabilização do seu crescimento; assim pelos resultados acima descritos, não ficou caracterizada a estabilização do crescimento testicular até os 36 meses de idade.

O desenvolvimento testicular descrito pela função logística do presente estudo, apresentou o ponto de inflexão máximo do perímetro escrotal e do volume testicular aos 13,21 meses de idade (18,1 cm) e 23,3 meses de idade (389,4 cm³), respectivamente.

Bergmann (33) descreveu a curva de crescimento do perímetro escrotal de animais Nelore, por meio de um modelo logístico, e encontrou o ponto de inflexão aos 18 meses de idade, para um perímetro escrotal de 19 cm. O grupo de animais estudados tinha sido criado no cerrado mineiro submetidos a manejo extensivo sem suplementação alimentar.

Em outras pesquisas, que também empregaram modelos não lineares para descrever a curva de crescimento do perímetro escrotal de animais da raça Nelore, também submetidos a manejo extensivo sem suplementação, foram descritos pontos de inflexão aos 10,8 meses de idade com perímetro escrotal igual a 19 cm (34) e aos 13,09 meses de idade com 18,97 cm de perímetro escrotal (35), estes autores descreveram o desenvolvimento do perímetro escrotal usando o modelo logístico. Ao serem comparados estes resultados relatados por Bergmann (34) e Quirino (35), com os dados acima descritos para o guzerá, observa-se que o perímetro escrotal no período de maior crescimento testicular (período de inflexão) é similar entre as duas raças, no entanto, a idade correspondente ao período de crescimento testicular mais rápido foi menor no nelore, a diferença pode caracterizar maior precocidade no crescimento testicular na raça nelore.

Os machos da raça guzerá avaliados no presente estudo foram todos criados em regime de pastejo e recebendo suplementação volumosa (silagem de sorgo e milho) no período seco do ano enquanto que os machos da raça nelore de Quirino (35) foram criados com pasto no cerrado mineiro, sem suplementação na época experimental, o que, teoricamente poderia reduzir o crescimento testicular durante a seca. No entanto, apesar disso, os machos da raça Nelore foram mais precoces, provavelmente devido aos programas de seleção genética para perímetro escrotal que foram realizados há vários anos. Considerando o estado nutricional que pode alterar a idade e a taxa de crescimento testicular (11), a diferença entre estas duas raças parece ser genética, seleção para precocidade maior em um grupo de machos da raça Nelore do que no outro grupo de animais da raça Guzerá avaliados neste estudo.

A morfologia dos testículos parece diferir entre as diversas raças bovinas, o predomínio das formas testiculares alongadas (longo moderado e longo

oval), encontradas no grupamento de Guzerá estudados também foi descrito por (20,30-32) na raça Guzerá e Unanian (36) na raça Nelore. Unanian et al. (36), realizando estudo com animais da raça Nelore, verificaram-se que 87,0% do rebanho avaliado aos 18 meses possuía testículos longos e longos moderados. Henry et al. (37) em um estudo semelhante com animais da raça Guzerá dos 13 aos 36 meses, demonstraram que 43,7% dos animais avaliados apresentaram testículos longos moderados e 30,5% longos ovais. Unanian et al. (36) verificaram mudanças nas formas testiculares de touros Nelore, avaliados aos 12 e aos 18 meses. No presente estudo é descrito que da desmama aos 36 meses em machos da raça Guzerá não se observou mudança na forma dos testículos.

Estudos têm demonstrado que ejaculados provenientes de testículos longos apresentam maior concentração de espermatozoides por mililitro de ejaculado. Foi sugerido que esse fato pode ser justificado pela melhora na termorregulação testicular, já que a forma alongada aumenta a superfície de contato dos testículos com o meio ambiente, além de conferir maior uniformidade na distribuição dos vasos sanguíneos, do tecido espermático, e dos túbulos seminíferos, importantes na produção espermática (24,36).

No grupamento de machos Guzerá estudados, foi encontrada forte associação entre o perímetro escrotal e o volume testicular nos diferentes momentos do desenvolvimento testicular, tanto antes quanto depois do ponto de inflexão. Observou-se correlação de $r=0,91$ ($p<0,0001$) considerando-se todas as observações entre as duas características.

No presente experimento, o aparecimento dos primeiros espermatozoides móveis após estímulo eletro ejaculatório ocorreu a partir da faixa etária

dos 12 aos 16 meses de idade, sendo mais marcante a partir dos 12,7 meses de idade com 19,2 cm de perímetro escrotal, onde ocorre a eliminação dos primeiros espermatozoides, mais cedo ao ser comparados com outros estudos da mesma raça Guzerá avaliado e relatado por (20,30-32,38) onde a puberdade ocorreu a partir dos 13,9 meses de idade com 20 cm de perímetro escrotal. Já Carmo (30), estudando machos da raça Guzerá mantidos em regime de pastejo e suplementação na seca (março a agosto) com volumoso (silagem de capim) e sal proteinado, demonstrou que a puberdade ocorreu a partir dos 15,2 meses de idade e 21,5 cm de perímetro escrotal. Vale-Filho et al. (39) observaram, em machos da raça Nelore, a ocorrência dos primeiros espermatozoides móveis no ejaculado dos 10 aos 12 meses de idade e perímetro escrotal de 23 cm, sendo similares ao serem comparados com os descobrimentos do presente estudo. Já Freneau et al. (40) ao avaliar as características testiculares de 23 touros Neloeres criados extensivamente no Brasil central, observaram que o aparecimento dos primeiros espermatozoides no ejaculado ocorreu aos $13,1 \pm 2,2$ meses de idade e 19,6 cm de perímetro escrotal, esta variabilidade de resultados entre rebanhos de animais avaliados e submetidos a diferentes tipos de regime de manejo mostra claramente a individualidade dos touros, a diferença entre grupamentos de animais com base genética diferente, a variação das condições climáticas especificamente: temperatura, umidade, fotoperíodo, e além disso, a provável influência do manejo que cada grupo animal está sendo submetido. Sabe-se que a nutrição pode afetar o crescimento testicular (11).

Touros da raça guzerá chegam à puberdade mais tardiamente do que foi relatado em várias raças *Bos taurus Indicus* (41,42). Neste estudo observou-se que os animais da raça guzerá atingem a puberdade em média aos 19,6 meses de idade com 22,8 cm,

provavelmente as diferenças se devam à composição racial, genótipo, e gestão-manejo. No presente trabalho, a idade na puberdade foi maior que a apresentada em raças *Bos taurus taurus* (5,14,43-45). Além do genótipo, o ambiente também tem grande efeito sobre a puberdade. Touros Angus e Hereford criados na Flórida (14) e touros das raças Holandesa e Pardo-Suíço criados no México tropical (45), eram mais velhos na puberdade do que touros da mesma raça criados em regiões temperadas (5,43,44). Portanto, o clima, o manejo e o fotoperíodo também podem contribuir para o atraso da puberdade observada em touros nos trópicos (5,11,43,44).

Tem-se observado variabilidade na determinação da idade na puberdade, dentro e entre os rebanhos, nas diferentes raças de zebuínos criados no Brasil. Para a raça Guzerá, segundo Garcia et al. (16), a idade na puberdade foi 19,49 meses em animais da raça Guzerá submetidos ao manejo em pastagem. Também em condições de pastejo, porém, com baixa suplementação de ração comercial (2 Kg/cabeça/dia), durante o período da seca. Trocóniz et al. (17) observaram 18,5 meses para idade na puberdade. Para a raça Nelore, por exemplo, Freneau et al. (40) relataram em touros criados extensivamente no Brasil-Central idade à puberdade aos 14,8 meses de idade. Já Vale Filho et al. (12) demonstraram que em touros da raça nelore, submetidos ao manejo extensivo, apresentaram a idade na puberdade aos 17 meses de idade. Na raça brahman a idade na puberdade foi de 15,9 meses (14) e 17 meses (46).

Além disso, nota-se (figura 3) que a maioria dos indivíduos guzerá avaliados atingiu a puberdade com perímetro escrotal próximo aos 23 cm, entretanto, certo número de machos só apresentou espermatozoides no ejaculado com perímetros escrotal bem acima da média (figura 2). Não pode-se ex-

cluir por completo que estes animais não responderam ao estímulo do eletro ejaculador. Porém, a cada tentativa esta possibilidade foi minimizada submetendo os machos não responsivos à outra tentativa de coleta imediatamente após a primeira, e tentando-se prolongar a duração e aumentar a intensidade dos estímulos. Nestes animais, pelo tamanho testicular esperava-se que espermatozoides fossem coletados. O resultado negativo permite levantar a hipótese de que alguns animais poderiam, apesar do aumento do parênquima testicular ainda não terem iniciado o processo completo de espermatogênese com liberação de espermatozoides nos túbulos seminíferos.

Por outro lado, o maior crescimento do comprimento testicular, largura testicular e o volume testicular observados neste estudo foram significativamente maiores no período pós-puberal fato que pode ser evidenciado pelo desenvolvimento do eixo hipotálamo-hipófise-gônadal, responsável pelo aumento na secreção de gonadotrofina, associada ao aumento de testosterona no momento em que o animal atinge a puberdade. Com a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-testicular a um aumento no tamanho das células de Sertoli, aumenta o diâmetro dos túbulos seminíferos associado à luminização dos mesmos (11,47). Estas mudanças devem provocar um aumento na taxa de crescimento testicular no período da pós-puberdade que refletiu-se na maior taxa de crescimento da largura e comprimento testiculares e consequentemente no volume testicular encontrado no grupo de machos Guzerá avaliados.

É importante destacar que os machos que apresentaram motilidade espermática superior a 40 % na primeira coleta de sêmen, foram retirados dos cálculos de idade na puberdade, já que poderiam ter atingido a puberdade antes do início do experimento, alterando dessa forma os resultados encontrados. Além disso, alguns animais, podem não ter

reagido ao estímulo eletro ejaculatório nas primeiras tentativas, contribuindo à elevação da idade na puberdade. É relevante destacar que o estímulo eletro ejaculatório foi prolongado e/ou repetido naqueles animais que apresentaram perímetro escrotal superior a 19 cm, mas não responderam ao estímulo eletro ejaculatório.

Com relação aos parâmetros da biometria testicular comprimento testicular, largura testicular e volume testicular, apresentam maiores velocidades de crescimento no período pós-puberal este aumento significativo poderia estar associado ao desenvolvimento ponderal do animal já que este acompanha o desenvolvimento sexual dos animais.

O perímetro escrotal na puberdade em touros da raça guzerá foi menor do que o descrito em touros de raças de corte *Bos taurus taurus* (5,14,43,44). Pode-se observar que a medida do perímetro escrotal na puberdade foi menos variável do que a medida de volume testicular, considerando o desvio padrão da média encontrado para cada medida. Esta descoberta é um indicativo que o perímetro escrotal é uma medida mais adequada para inferir a ocorrência de puberdade. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Torres y Henry (20), Carmo (30), Osorio (31) y Echeverry (32), também na raça Guzerá.

Já com relação aos parâmetros do desenvolvimento ponderal, como o peso e escore corporal não foram observados aumentos significativos entre os períodos estudados, período pré-puberal e pós-puberal, observando-se pouca variação de acordo com estes parâmetros, evidenciando uma linearidade com relação ao peso, a idade e a puberdade, já que o desenvolvimento ponderal é acompanhado pelo crescimento do testículo, e os animais dentro do período de tempo observado não mostraram variação significativa devido a que mantiveram a condição de escore corporal.

CONCLUSÕES

Devido à forte associação encontrada entre o perímetro escrotal e os volumes testiculares nos diferentes momentos do desenvolvimento testicular e à ausência de mudanças na forma do testículo da desmama aos 36 meses de idade, indica que o uso exclusivo do perímetro escrotal como parâmetro de seleção de reprodutores em programas de melhoramento genético em animais jovens da raça guzerá é adequado.

Existe uma grande variabilidade da idade na puberdade nos machos guzerá.

O perímetro escrotal indicou de forma eficiente a ocorrência de puberdade.

REFERÊNCIAS

1. Coulter GH, Foote RH. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to reproductive traits in cattle: a review. *Theriogenology*. 1979;11:297-311.
2. Makarechian M, Farid A, Berg RT. Relationships between growth parameters and scrotal circumference in young beef bull. *Theriogenology*. 1984;22:667-74.
3. Bourdon RM, Brinks JS. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. *J Anim Sci*. 1986;62:958-67.
4. Hahn J, Foote RH, Seidel GE. Quality and freezability of semen from growing and aged dairy bulls. *J Dairy Sci*. 1969;52:1843.
5. Lunstra DD, Ford JJ, Echternkamp SE. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J Anim Sci*. 1978;46:1054-62.

6. Vale Filho VR. Padrões de sêmen bovino, para o Brasil. Análise e sugestões. Anais... Belo Horizonte: CBRA; 1989. p. 94-118.
7. Brinkns JS. Relationship of scrotal circumference to puberty and subsequent reproductive performance in male and female offspring. In: Fields MJ, e Sand RS. Factors affecting calf crop. Boca Raton, Florida: CRC Press; 1994. p. 363-70.
8. Toelle VD, Robinson OW. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. J Anim Sci. 1985;60:89-100.
9. Notter DR. Maximizing fertility in animal breeding programs. Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute e State University, Department of Animal and Poultry Sciences: inreg (XI Congresso Brasileiro de Reprodução Animal. Belo Horizonte - pré-congresso); 1995.
10. Knights SA, Baker RL, Gianola D et al. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. J Anim Sci. 1984;58:887-93.
11. Brito LFC. Nutrition, metabolic hormones, and sexual development in bulls. Doutorado, University of Saskatchewan, Saskatoon; 2006.
12. Vale Filho VR, Fonseca VO, Freneau GE. Desenvolvimento testicular e maturidade sexual em bovinos. Cad Tec Esc Vet. 1993;8:63-75.
13. Guimarães JD. Puberdade e maturidade sexual em touros da raça Gir criados em condições semi-extensivas. Dissertação, Mestrado em Medicina Veterinária. Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte; 1993.
14. Chase JR CC, Chenoweth J, Larsen RE. Growth and reproductive development from weaning through 20 months of age among breeds of bulls in subtropical Florida. Theriogenology. 1997;47:723-45.
15. Santos MD, Torres CAA, Guimarães JD et al. Sêmen e perímetro escrotal de touros zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. Re Bras Zootec. 1998;27:627-32.
16. Garcia JM, Pinheiro LEL, Okuda HT. Body development and semen physical and morphological characteristics of young Guzera bulls. Arch Vet. 1987;3:47-53.
17. Trocóniz J, Beltran F, Bastidas J, Larreal H, Bastidas. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzerat and Nellore bulls. Theriogenology. 1991;35:815-24.
18. Valvasori E, Trovo JBF, Procknor M et al. Biometris testicular em tourinhos Gir, Guzerá, Nellore e Caracu. Boletim de Indústria Animal. 1985;42:155-66.
19. Cartaxo WO, Pena-Alfaro CE, Bacalhau A. Parâmetros seminais e perímetro escrotal de touros jovens da raça Guzerá criados no pasto da Paraíba. Re Bras Reprod Anim. 2001; 25:214-5.
20. Torres Júnior JR, Henry M. Sexual development of Guzerat (*Bos taurus indicus*) bulls raised in a tropical region. Anim Reprod. 2005;2:114-21.
21. Carmo AS, Osório JP, Gomes RS. Parâmetros do desenvolvimento de machos Guzerá criados na região do cerrado a pasto com suplementação volumosa na seca. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal; Curitiba, Brasil; 2007.
22. CBRA 1998. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2a ed. Belo Horizonte: CBRA; 1998.
23. Fields MJ, Burns WC, Warnick AC. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. J Anim Sci. 1979;48:1299-1303.
24. Bailey TL, Hudson RS, Powe TA et al. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining volume and weight in vivo. Theriogenology. 1998;49:581-98.
25. Jorge JR J, Pita FVC, Fries LA, Albuquerque LG. Influência de alguns fatores de ambiente sobre os escores de conformação, precocidade e musculatura à desmama em um rebanho da raça Nelore. Re Bras Zootec. 2001;30:1697-1703.
26. Quirino CR, Bergmann JAG, Vale Filho VR et al. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. Theriogenology. 1999;52:25-34.

27. SAS. SAS/STAT User's Guide. Version 6.12. Statistical Analysis System Institute. Cary, NC, USA; 1996.
28. Terawaki Y, Sueda E, Matuzaki S et al. Relationships between testicular growth and body measurements in holsteins bulls. *Anim Sci Technol*. 1994;65:1044-50.
29. Quirino CR, Bergmann JAG. Estudo comparativo de funções de crescimento do perímetro escrotal na raça Nelore. In: Primeiro Simpósio de Melhoramento Genético Animal, 1996. Anais... Riberão Preto. 1996:227-97.
30. Carmo AS. 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. Dissertação (Mestrado), Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte; 2008.
31. Osorio JP. Características reprodutivas dos seis aos 36 meses de idade de machos da raça Guzerá criados a pasto na região do cerrado mineiro. Tese Doutorado em Ciência Animal. Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, Brasil; 2010.
32. Echeverry Loaiza AM. Uso de modelos não-lineares para descrever o crescimento do perímetro escrotal em touros da raça guzerá criados em pastoreio extensivo. Dissertação Mestrado. Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte, Brasil; 2010.
33. Bergmann JAG, Zamborlini LC, Procopio CSO et al. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 1996;48:69-78.
34. Bergmann JAG, Quirino CR, Vale Filho VR et al. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. In: World congress on genetics applied to livestock production; Armidale. Proc... Armidale. 1998;27:67-70.
35. Quirino CR, Bergmann JAG, Vale Filho VR. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*. 1999;52:25-34.
36. Unanian MM, Silva AEDE, MC Manus C et al. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. *Re Bras Zootec*. 2000;29:136-44.
37. Henry M, Carmo AS, Osório J. Avaliação da Biometria e morfologia testicular em machos Guzerá criados em região de cerrado a pasto com suplementação volumosa na seca. In: Congresso brasileiro de Reprodução Animal 17, 2007, Curitiba, PR, Anais...: 49.
38. Torres Júnior. Desenvolvimento ponderal e sexual de machos da raça Guzerá (*Bos taurus indicus*). Mestrado – escola de veterinária, UFMG. Belo Horizonte, Brasil; 2004.
39. Vale-Filho VR, Andrade VJ, Salvador DF et al. Prevalência de tourinhos da raça Tabapuã precoces e superprecoces (um e dois anos de idade), com base no perfil andrológico, submetidos a dois manejos nutricionais, na região de Nanuque, MG. *Re Bras Reprod Anim*. 2003;27:178-79.
40. Freneau GE, Vale Filho VR, Marques JR AP, Maria WS. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2006;58:1107-15.
41. Rocha A, Caperna M, Triplett B et al. Effect of ruminally undegradable protein from fish meal on growth and reproduction of peripuberal Brahman bulls. *J Anim Sci*. 1995;73:947-53.
42. Silva-Mena C. Peripubertal traits of Brahman bulls in Yucatan. *Theriogenology*. 1997;48:675-85.
43. Wolf FR, Almquist JO, Hale EB. Prepuberal behavior and pubertal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. *J Anim Sci*. 1965;24:761-4.
44. Pruitt RJ, Corah LR, Stevenson JS et al. Effect of energy intake after weaning on the sexual development of beef bulls. II. Age at first mating, age at puberty, testosterone and scrotal circumference. *J Anim Sci*. 1986;63:579-85.
45. Jiménez-Severiano H. Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics. *Theriogenology*. 2002;58:921-32.

46. Bastidas-Mendoza S. Pubertad en novillas y toros Brahman. Re Fac Agron Uni Zulia. 1999;16:690-707.
47. Rawlins N, Evans ACO, Chandolia RK et al. Sexual maturation in the bull. Reprod Dom Anim. 2008;43 (suppl 2):295-301.