

Desenvolvimento Ponderal e Testicular, Concentrações Periféricas de Testosterona e Características de Abate em Touros da Raça Nelore¹

Arlindo de Alencar Araripe Moura², Glaycione Costa Rodrigues², Raimundo Martins Filho³

RESUMO - Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento ponderal e testicular, as concentrações periféricas de testosterona (T) e características de abate, dos 10 aos 30 meses de idade, em tourinhos da raça Nelore (n=27). Entre 11 e 21 meses, os animais foram tratados com GnRH e amostras de sangue, coletadas 0, 1,5 e 3,0 horas depois. Aos 30 meses, os animais foram abatidos. O peso vivo (PV) dos animais variou de 195,2 ± 3,8 kg a 439,1 ± 8,1 kg entre 10 e 30 meses e o rendimento de carcaça foi de 55,4 ± 2,3%. Os pesos dos testículos (PT) e do epidídimo (PE) aos 30 meses foram 160,9 ± 7,7 g e 20,4 ± 0,62 g, respectivamente. As concentrações de T apresentaram crescimento maior entre 16 e 18 meses e o tratamento com GnRH ocasionou aumentos nos níveis de T em todas as idades. As concentrações de testosterona estimuladas com GnRH estiveram associadas às concentrações basais (r = 0,41 a 0,63). Houve correlações entre PV e circunferência escrotal (CE) em todas as idades (r = 0,41 a 0,70). O peso corporal entre 10 e 30 meses apresentou correlações com PT (r = 0,48 a 0,62) e PE (r = 0,48 a 0,73) aos 30 meses e animais com maior peso de carcaça também tiveram maiores pesos testicular (r = 0,45) e epididimal (r = 0,63). Houve correlações entre PV (10 e 30 meses) e peso da carcaça (r = 0,65 a 0,93), mas o rendimento de carcaça não apresentou relação com CE, PT, PV ou níveis de testosterona. Foram significativas também as correlações entre a CE aos 30 meses e a CE avaliada entre 10 e 25 meses (r = 0,51 a 0,89). Portanto, medidas testiculares são potenciais indicadores do desenvolvimento ponderal e das características de abate na fase adulta.

Palavras-chave: carcaça, circunferência escrotal, GnRH, Nelore, testosterona

Testicular and Body Growth, Peripheral Concentrations of Testosterone and Carcass Parameters in Nelore Bulls

ABSTRACT - An experiment was carried out to evaluate testicular and body growth, peripheral concentrations of testosterone (T) and carcass parameters, from 10 to 30 months of age, in Nelore bulls (n=27). Between 11 and 21 months, animals were treated with GnRH and blood samples taken 0, 1.5 and 3.0 hours afterwards. Animals were slaughtered at 30 months. Body weight (BW) varied from 195.2 ± 3.8 kg to 439.1 ± 8.1 kg between 10 and 30 months of age and the ratio BW/carcass was 55.4 ± 2.3%. Testicular (TW) and epididimal weight (EW) at slaughter were 160.9 ± 7.7 g and 20.5 ± 0.62 g, respectively. Testosterone secretion reached higher levels between 16 and 18 months and treatment with GnRH caused increases in testosterone at all ages. Moreover, basal concentrations of T were related to those determined after GnRH (r = 0.41 to 0.63). Body weight from 10 to 30 months was correlated with SC at all ages (r = 0.41 to 0.70) and with testicular (r = 0.48 to 0.62) and epididymal weight (r = 0.48 to 0.73) at 30 months. Carcass weight was related to TW (r = 0.45) and EW (r = 0.63). Body weight evaluated from 10 to 30 months was related to carcass weight (r = 0.65 to 0.93), but the ratio BW/carcass did not present any correlation with SC, TW, BW or testosterone levels. Scrotal circumference at 30 months was related to SC from 10 to 25 months (r = 0.51 to 0.89). Therefore, testis criteria since prepubertal ages are potential indicators of body growth and carcass weight in adult bulls.

Key Words: carcass, GnRH, Nelore, scrotal circumference, testosterone

Introdução

O rebanho bovino no Brasil possui mais de 160 milhões de cabeças, das quais aproximadamente 80% têm origem zebuína (IBGE, 1996). Embora o número absoluto de animais seja um dos maiores do mundo, a produtividade dos sistemas de produção e os índices de fertilidade ainda apresentam desempenho discreto.

Esta reduzida fertilidade deve-se, em grande parte, a problemas reprodutivos nas fêmeas, agravados por condições desfavoráveis de manejo e ambiente, mas os machos também influenciam este quadro, pois estudos têm evidenciado expressiva frequência de animais com inadequada capacidade reprodutiva (Carrol et al., 1963; Coulter & Kozub, 1989; Fonseca et al., 1997; Moraes et al., 1998). O fato de existir

¹ Parte da dissertação de Mestrado do segundo autor, apresentada à Universidade Federal do Ceará (UFC). Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Ceará (FUNCAP).

² Professor Adjunto - Departamento de Zootecnia - UFC - Av. Mister Hull, s/n. Campus do Pici - Fortaleza - CE - CEP: 60.021-970 (correspondência). E.mail: amoura@ufc.br

³ Professor Adjunto - Departamento de Zootecnia - UFC. E.mail: martins@ufc.br

grande variabilidade no desempenho dos touros é relevante devido ao expressivo número de fêmeas submetidas ao sistema de monta natural no Brasil e enfatiza, portanto, a necessidade de selecionar animais geneticamente superiores, capazes de influenciar parâmetros associados a um melhor desempenho do rebanho, como precocidade sexual e fertilidade.

O desempenho dos reprodutores depende obviamente do aprimoramento de técnicas de manejo e alimentação, mas é fundamental também o conhecimento da fisiologia do desenvolvimento testicular e ponderal, além dos fatores que potencialmente interferem com estes processos, com a precocidade sexual e a capacidade de produção espermática. Nos bovinos, o crescimento das gônadas está associado à secreção de esteróides e a circunferência escrotal (CE) apresenta correlação significativa com idade à puberdade (Lunstra et al., 1978). Fêmeas de raças cujos touros têm maior CE também são mais precoces e possuem melhores índices de fertilidade (Martin et al., 1992; Martins Filho & Lôbo, 1991), sugerindo que medidas testiculares constituem parâmetros que podem auxiliar no processo de melhoria da eficiência reprodutiva dos rebanhos. Estudos também têm mostrado interações entre medidas testiculares e peso corporal em touros da raça Nelore, e a circunferência escrotal tem sido utilizada em programas de seleção para precocidade sexual (Garnero et al., 1999). No entanto, há necessidade de informações mais detalhadas, principalmente nas raças zebuínas, sobre como os parâmetros testiculares e as secreções hormonais avaliados nas fases iniciais da vida do animal podem determinar as diferenças entre touros, no que se refere a características de crescimento e de abate. Portanto, este experimento foi conduzido com a finalidade de avaliar o desenvolvimento testicular e ponderal e os níveis periféricos de testosterona, basais e estimulados com GnRH, dos 10 aos 30 meses, em touros da raça Nelore.

Material e Métodos

Procedimentos gerais

Vinte e sete animais da raça Nelore, filhos de vacas da raça Nelore (sem registro) e touros da raça Nelore puros de origem, foram criados a pasto junto com as matrizes até o desmame, aos 8 meses de idade, na Fazenda Tabuleiro, Estado do Piauí. A partir desta fase até os 30 meses, os animais foram alimentados com capim-elefante, leucena, cunhã e concen-

trado à base de soja, milho e farelo de trigo. A pesquisa iniciou-se em outubro de 1997, com os animais aos 10 meses de idade, na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à UFC, no município de Pentecoste (CE), a 120 km de Fortaleza. Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo AW', semi-árido, tropical quente e úmido do Nordeste (FUCEME, 1997).

Procedimento experimental

Peso vivo, circunferência escrotal, diâmetro e comprimento testicular foram avaliados mensalmente entre 10 e 30 meses em todos os animais. A circunferência escrotal foi mensurada com uma fita métrica milimetrada, no seu local de maior largura, envolvendo as duas gônadas e a pele escrotal. O diâmetro, a dimensão médio-lateral do testículo e o comprimento e a dimensão próximo-distal do mesmo foram mensurados com paquímetro. Aos trinta meses, os touros foram abatidos em frigorífico industrial. As carcaças foram seccionadas longitudinalmente e as partes dianteira e traseira, seccionadas na altura da quarta costela e pesadas dentro de 30 minutos após o abate. O peso total da carcaça representa a soma destas partes. Na mesma ocasião, após a remoção do escroto e túnicas, determinaram-se o peso testicular e do epidídimo, diâmetro e comprimento testicular.

Às idades de 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20 e 21 meses, os animais receberam uma dose média de 0,05 mg/kg de peso vivo, de um análogo sintético de GnRH (D - Ser [Bu] - Pro - LHRH [1-9] nonapeptide ethylamide; Hoescht), via intramuscular. As amostras de sangue foram coletadas através de punção da veia jugular no momento da aplicação do hormônio, para quantificação da secreção hormonal basal, e 1,5 e 3 horas após o tratamento hormonal. O sangue coletado em tubos a vácuo (5 mL) contendo EDTA foi mantido em gelo e transportado ao laboratório para centrifugação (6.000 rpm, 10 minutos). Após a centrifugação, manteve-se o plasma armazenado a -20°C até a determinação das concentrações de testosterona, por meio de "kits" de radioimunoensaio (DPC - Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, Califórnia, USA).

Análise estatística

Avaliou-se o desenvolvimento testicular em função das diferentes idades, por meio da análise de variância e do teste de Duncan ($P < 0,05$), com um delineamento experimental de blocos ao acaso (27 blocos e 27 animais). A secreção de testosterona em

resposta ao GnRH foi avaliada por meio de análise de variância para cada idade e as correlações entre as variáveis, determinadas pelo método de correlação de Pearson (SAS, 2000). No caso das variáveis peso testicular e epididimal, diâmetro e comprimento testicular, utilizou-se a média das duas gônadas no caso dos dados estatísticos descritivos e para o cálculo das correlações.

Resultados e Discussão

Desenvolvimento ponderal

O peso vivo médio dos animais variou de $195,2 \pm 3,8$ kg aos 10 meses a $439,1 \pm 8,1$ kg aos 30 meses de idade, tendo sido evidenciado um crescimento mais rápido até os 18 meses e após os 21 meses (Figura 1). Durante o período do experimento, houve alterações na disponibilidade de concentrado para os animais, o que pode ter ocasionado oscilações no padrão de desenvolvimento ponderal dos mesmos, principalmente entre 15 e 16 meses e dos 19 aos 21 meses de idade. Estudos realizados no Estado de Pernambuco, entre os anos de 1979 e 1997, determinaram pesos de 234,7 kg e 300,4 kg para tourinhos Nelore da raça aos 12 e 18 meses, respectivamente (Barbosa et al., 1999). Para os estados do Ceará e Piauí, Biffani et al. (1999) observaram pesos de 197,3 kg e 265,3 kg em touros da raça Nelore também aos 12 e 18 meses. Os

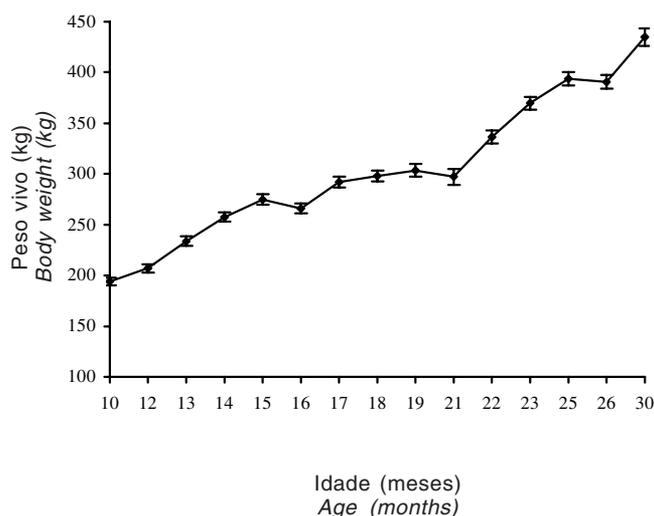


Figura 1 - Peso vivo (média \pm erro-padrão) de touros da raça Nelore criados na Região Nordeste.

Figure 1 - Body weight (mean \pm standard error) in Nelore bulls raised in the Brazilian Northeast.

touros utilizados no presente experimento apresentaram pesos de $234,8 \pm 4,5$ kg e $301,3 \pm 6,1$ kg para estas idades, o que mostra desempenhos equivalentes ou superiores aos observados pelos autores citados, na região Nordeste.

O peso vivo de animais de corte é função do sistema de criação e das características das regiões do Brasil e está associado ao desenvolvimento das funções reprodutivas dos mesmos. Para animais da raça Nelore criados no Estado de Minas Gerais, Castro et al. (1991) observaram pesos de 225, 342, 350 e 534 kg aos 10, 17, 24 e 31 meses, respectivamente e Bergmann et al. (1999) relataram pesos de 249 kg aos 12 meses e 363 kg aos 18 meses de idade em touros da raça Nelore, criados a pasto no Norte de Minas Gerais. Unanian et al. (2000) encontraram médias de peso de vivo de 240,2 kg e 308,06 kg para tourinhos da raça Nelore aos 12 e 18 meses, criados em regime de pastagem no estado de São Paulo. No entanto, Silva et al. (1999) observaram pesos maiores aos 12 meses (287,6 kg) e aos 16 meses (355,3 kg) para touros da raça Nelore puros de origem submetidos ao mesmo manejo de criação.

O peso corporal médio dos animais ao abate foi de $398,4 \pm 7,4$ kg, pesagem realizada no frigorífico e, portanto, após os animais terem sido transportados por 120 km e submetidos a um jejum hídrico e alimentar de 12 horas. O peso total da carcaça quente de $220,7 \pm 4,2$ kg representou rendimento de $55,4 \pm 2,3\%$, e os pesos das carcaças dianteira e traseira foram $95,2 \pm 1,9$ kg e $125,5 \pm 2,3$ kg, respectivamente. Não há, na literatura pesquisada, dados sobre o rendimento de carcaça de animais da raça Nelore criados no Nordeste, embora pesquisas realizadas em outras regiões do Brasil mostrem resultados semelhantes. Felten et al. (1988) determinaram rendimento de carcaça de 53,89% em animais da raça Nelore confinados durante 112 dias e abatidos aos 24 meses, com médias de peso vivo de $443,3 \pm 52,89$ kg e peso de carcaça quente igual a 199,7 kg. Em Orlandia (SP), Margarido et al. (1991) encontraram rendimento de 55,1% para carcaça resfriada de novilhos da raça Nelore confinados durante 100 dias, com idade entre 27 e 33 meses e peso vivo médio de 403 kg. Nesta mesma região, Resende et al. (1994) também observaram rendimento semelhante (55,9%) para carcaças resfriadas de novilhos da raça Nelore aos 24 meses, também criados em confinamento.

Biometria testicular

A circunferência escrotal (CE) apresentou variações significativas ($P < 0,05$) de $17,5 \pm 0,2$ cm aos 10 meses e $29,7 \pm 0,3$ cm aos 30 meses (Figura 2). No período compreendido entre 10 e 12 meses, a CE aumentou apenas 1,2 cm ($P > 0,05$), mas as variações tornaram-se de maior magnitude principalmente no período de 12 a 15 meses e de 17 a 25 meses.

O diâmetro testicular (DT) não mostrou diferença significativa no período de 10 a 12 meses ($P > 0,05$), com valores de 3 e 3,05 cm, respectivamente, mas apresentou aumento consistente nos períodos subsequentes (Figura 3). O comprimento testicular (CT) permaneceu também sem alterações entre 10 e 12 meses (6,3 cm), mas com padrão de crescimento semelhante às demais medidas testiculares (Figura 4). O crescimento não-significativo das medidas das gônadas entre 10 e 12 meses provavelmente indica que o processo de proliferação das células germinativas se encontrava na fase inicial, com reduzida influência sobre a estrutura e diâmetro dos túbulos seminíferos. Em animais de sub-espécie *Bos taurus taurus*, as fases iniciais da espermatogênese estão associadas a variações muito reduzidas nas medidas testiculares (Curtis & Amann, 1981; Amann & Schanbacher, 1983). Nos animais utilizados neste experimento, as medidas testiculares apresentaram maior crescimento após os 12 meses, o que provavel-

mente é decorrente do aumento no número de células germinativas, volume das células de Sertoli e, conseqüentemente, do diâmetro dos túbulos seminíferos (Curtis & Amann; 1981; Amann & Schanbacher, 1983). Este processo contínuo de crescimento das gônadas também coincide com a elevação nos níveis de testosterona até os 18 meses (Figura 6) e precede o aparecimento dos primeiros espermatozoides no ejaculado, desencadeando a puberdade (Curtis & Amann, 1981). Após a puberdade, há ainda crescimento contínuo das medidas testiculares e, como nesta fase não há mais proliferação das células de Sertoli (Sharpe, 1994), este crescimento é consequência do aumento da população de células germinativas no interior dos túbulos seminíferos.

A relação comprimento/diâmetro testicular não apresentou variações entre 10 e 12 meses, mas, a partir desta idade, aumentou significativamente entre 12 e 17 meses ($P < 0,05$), evidenciando que há maior crescimento do comprimento testicular com relação ao diâmetro testicular durante a pré-puberdade (Figura 5), o qual coincide com o aumento na secreção basal de testosterona (Figura 6). A partir dos 17 meses, o formato das gônadas tornou-se menos alongado, também coincidente com a redução nos níveis periféricos de testosterona. As variações no formato dos testículos não foram significativas ($P > 0,05$) após os 21 meses de idade (Figura 6). A

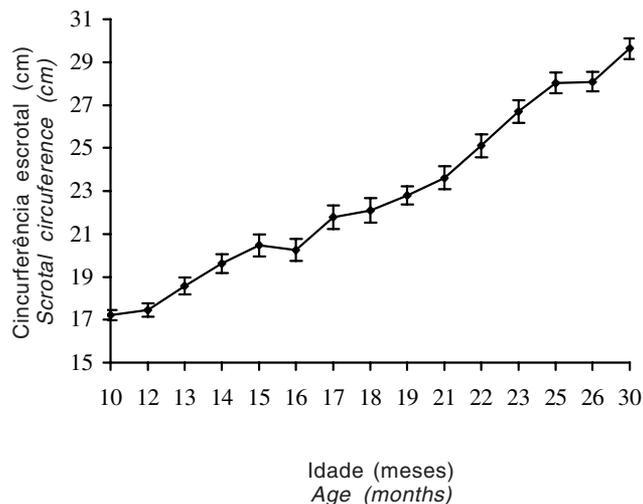


Figura 2 - Circunferência escrotal (média \pm erro-padrão) de touros da raça Nelore criados na Região Nordeste.

Figure 2 - Scrotal circumference (mean \pm standard error) in Nelore bulls raised in the Brazilian Northeast.

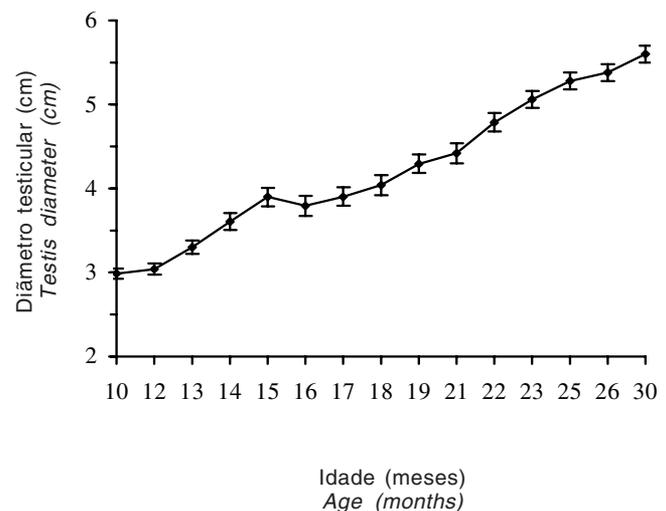


Figura 3 - Diâmetro testicular (média \pm erro-padrão) em touros da raça Nelore criados na região Nordeste.

Figure 3 - Testicular diameter (mean \pm standard error) in Nelore bulls raised in the Brazilian Northeast.

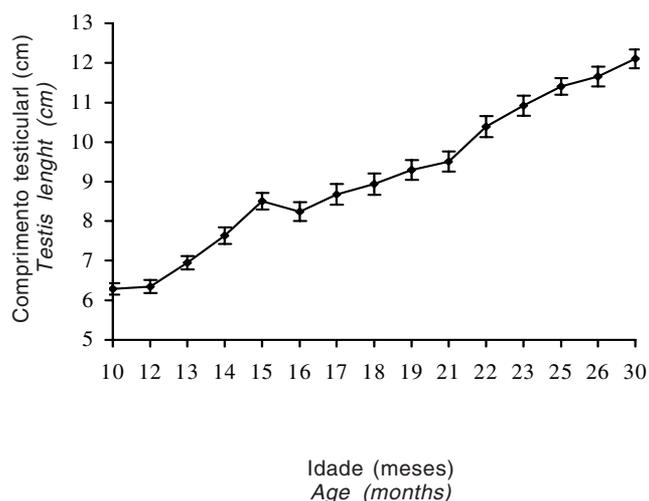


Figura 4 - Comprimento testicular (média \pm erro-padrão) em touros da raça Nelore criados na região Nordeste.

Figure 4 - Testicular length (mean \pm standard error) in Nelore bulls raised in the Brazilian Northeast.

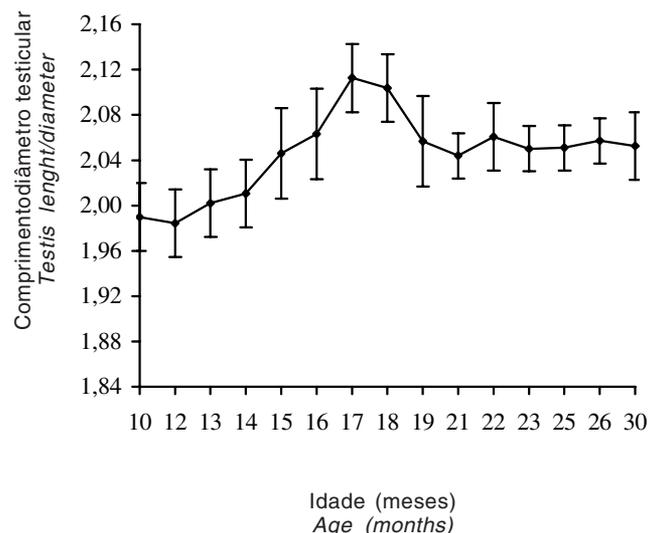


Figura 5 - Relação comprimento/diâmetro testicular (média \pm erro-padrão) em touros da raça Nelore criados na região Nordeste.

Figure 5 - Testicular length/diameter ratio (mean \pm standard error) in Nelore bulls raised in the Brazilian Northeast.

relação comprimento / diâmetro testicular não apresentou correlações significativas com peso vivo, peso ou rendimento de carcaça ($P > 0,05$). Curtis & Amann (1981) mostraram que, em touros da raça Holandesa, o comprimento dos túbulos seminíferos aumentou significativamente entre 3 meses (830 ± 73 m/testículo) e 7 meses (2.010 ± 128 m/testículo), ou seja, durante a fase de pré-puberdade. Quando ocorre a elevação na síntese de testosterona na pré-puberdade, há também aumento considerável no diâmetro dos túbulos seminíferos, devido à multiplicação das células germinativas e diferenciação das células de Sertoli (Amann & Walker, 1983; Sharpe, 1994; Evans et al., 1996). No entanto, não se tem conhecimento, com clareza, de como estes eventos determinam as variações no formato das gônadas nas fases iniciais de desenvolvimento testicular. Unanian et al. (2000) também mostraram que, em animais da raça Nelore PO, o formato dos testículos se tornou menos alongado em função da idade, porém em um período diferente do que foi encontrado no presente estudo, ou seja, entre 12 e 18 meses ($240,2$ e $308,06$ kg de peso vivo, respectivamente).

Após o abate e remoção do escroto, os valores médios de peso testicular (PT) e epididimal (PE) foram $160,9 \pm 7,7$ g e $20,4 \pm 0,62$ g, respectivamente, e aqueles referentes a diâmetro e comprimento tes-

ticular, $5,3 \pm 0,1$ cm e $10,6 \pm 0,2$ cm, respectivamente. Não há estudos sobre peso das gônadas e do epidídimo em touros jovens da raça Nelore porém, em animais com idade entre 48 e 72 meses, Cardoso & Godinho (1989) encontraram o valor médio de $208,5$ g para peso testicular.

Concentrações periféricas de testosterona

As concentrações basais de testosterona apresentaram elevação gradual a partir dos 13 meses, com aumento maior entre 16 e 18 meses (Figura 6). A elevação nos níveis basais de testosterona é conseqüência da diferenciação das células de Leydig e está associada à proliferação das células germinativas, eventos essenciais para que o animal se torne púbere (Amann & Schanbacher, 1983; Amann et al., 1986). A diminuição na secreção de testosterona após os 18 meses é desencadeada pelos próprios níveis elevados deste esteróide, os quais reduzem a secreção de GnRH e gonadotrofinas; esta redução, conseqüentemente, é a causa do menor estímulo para as células de Leydig produzirem menos testosterona (Amann & Schanbacher, 1983). Dado que as concentrações basais de testosterona foram mais elevadas aos 18 meses, presume-se que os animais utilizados no presente experimento podem ter atingido a puberdade entre 18 e 20 meses de idade, com circunferência escrotal entre 21,8 e 24 cm.

Amann & Schanbacher (1983) e Amann & Walker (1983) mostraram que a puberdade, caracterizada pela produção de ejaculados com concentração de 50×10^6 espermatozoides e motilidade mínima de 10%, ocorre em animais *Bos taurus* (com alimentação adequada) após o “pico” observado nas concentrações basais de testosterona. Nos touros utilizados neste estudo, este aumento na secreção basal de testosterona ocorreu aos 18 meses, enfatizando a hipótese de que os animais atingiram a puberdade logo após os 18 meses.

Sanches et al. (1998a) determinaram concentrações de testosterona de 1,95 ng/mL aos 10 meses, 3,7 ng/mL aos 12 meses e 5,4 ng/mL aos 15 meses, em touros da raça Nelore criados em Uberaba (MG). Estes animais apresentaram níveis de testosterona semelhantes aos determinados no presente estudo porém, em idades menores, o que está associado à reduzida precocidade da idade à puberdade, consequência provavelmente de diferenças no manejo

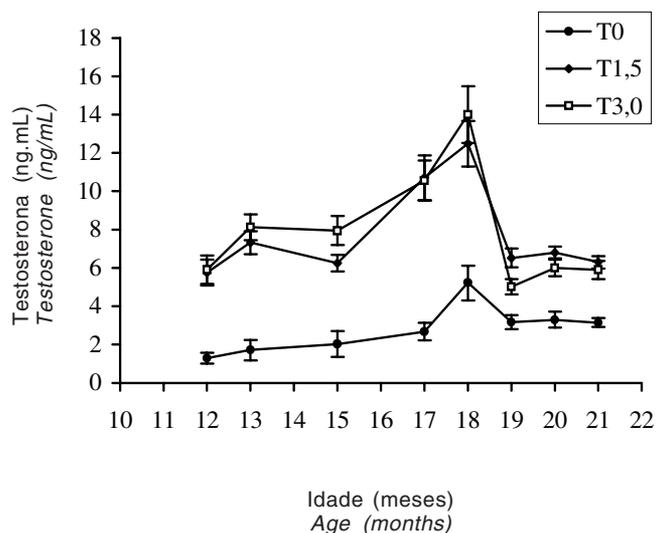


Figura 6 - Concentrações séricas de testosterona (média \pm erro-padrão) em touros da raça Nelore criados na região Nordeste. T0: concentrações basais de tesotosterona T1,5; T3,0: concentrações de testosterona avaliadas 1,5 e 3,0 horas após a aplicação de GnRH, realizada no período T0.

Figure 6 - Serum concentrations of testosterone (mean \pm standard error) in Nelore bulls raised in the Brazilian Northeast. T0: basal concentrations of tesotosterona T1,5; T3,0: testosterone concentrations measured 1.5 e 3.0 hours after a GnRH injection at T0.

alimentar e de seleção para precocidade sexual. Sobre este assunto, Sanches et al. (1998b) em Uberaba – MG, também mostraram que o manejo nutricional de tourinhos da raça Nelore teve influência significativa sobre o aumento na secreção de testosterona entre as idades de 11 e 15 meses, de modo que animais suplementados com dietas contendo mais energia apresentaram concentração sérica de testosterona mais alta. Silva et al. (1999) encontraram concentrações de testosterona de 0,83 ng/mL aos 10 meses, 1,73 ng/mL aos 12 meses e 2,21 ng/mL aos 16 meses em touros da raça Nelore PO, mas estes animais atingiram a puberdade aos 12 meses, idade semelhante à descrita por Sanches et al. (1998a). É provável que as diferenças nos níveis de testosterona possam estar relacionadas também com os procedimentos de radioimunoensaios utilizados nos diferentes laboratórios, o número de amostras e o intervalo das coletas obtidas por animal em cada idade estudada.

No presente experimento, o tratamento com GnRH ocasionou aumentos significativos nos níveis de testosterona (T) em todas idades ($P < 0,05$). As diferenças nos níveis de T entre as coletas realizadas 1,5 e 3,0 horas após a aplicação do GnRH foram reduzidas e significativas somente entre 17 e 21 meses de idade ($P < 0,05$; Figura 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Moura & Erickson (1997), em touros de corte de sub-espécie *Bos taurus taurus* entre as fases de pré- e pós-puberdade. Oba et al. (1989) verificaram que os níveis máximos de testosterona ocorreram entre 1 e 3 horas após tratamentos com GnRH, em um grupo de touros da raça Nelore com 18 a 26 meses de idade. Portanto, de acordo com a literatura consultada, o presente estudo é o primeiro a descrever as variações nos níveis de testosterona estimulados com GnRH, nas fases de pré-puberdade, puberdade e pós-puberdade em animais da raça Nelore. Estes resultados mostram que a capacidade secretora das células de Leydig, em resposta ao GnRH, por intermédio dos hormônios FSH e LH, ocorre segundo o mesmo padrão observado para a secreção basal, ou seja, os níveis de testosterona basais e estimulados com GnRH apresentam variações semelhantes em função da idade, com valores reduzidos antes dos 15 meses, elevação gradual a partir dos 16 meses e valores máximos entre 17 e 18 meses de idade. Para cada idade, as correlações entre as concentrações de testosterona medidas 1,5 e 3,0 horas após a aplicação de GnRH apresentaram

maior magnitude em todas as idades ($r = 0,53$ a $0,85$, $P < 0,01$), resultados semelhantes àqueles descritos por Moura & Erickson (1997) em animais da sub-espécie *Bos taurus taurus*. Houve também correlações entre as concentrações basais de testosterona e aquelas determinadas após o tratamento com GnRH ($r = 0,41$ a $0,63$; $P < 0,05$), porém estas correlações foram menores que as descritas por Moura & Erickson (1997) ($r = 0,64$ a $0,75$). A razão pela qual, no presente estudo, as correlações entre os níveis basais de T e os estimulados com GnRH foram menos expressivas está associada ao fato de que a testosterona é secretada em pulsos (Amann & Schanbacher, 1983) e uma única amostra de soro sanguíneo pode, às vezes, não expressar todo o potencial de secreção hormonal do animal, no momento da coleta. Estudos têm mostrado que, quando as concentrações basais são avaliadas em amostras de soro sanguíneo coletadas a intervalos menores e durante longos períodos, as correlações entre estas concentrações basais de testosterona e aquelas estimuladas com GnRH são mais expressivas (Post et al., 1987).

Correlações entre desenvolvimento ponderal e biometria testicular

Houve correlações entre peso vivo (PV) e circunferência escrotal, diâmetro e comprimento testicular em todas as idades estudadas (Tabela 1). Aos 10 meses, animais mais pesados já apresentaram maiores valores para CE ($r = 0,62$; $P < 0,01$) e, aos 30 meses, a relação entre estas variáveis também foi significativa ($r = 0,53$; $P < 0,01$). À medida que aumentou a diferença de tempo entre as avaliações de peso e CE, diminuiu a magnitude das correlações (Tabela 1), mas o peso vivo aos 26 e 30 meses ainda esteve correlacionado com a CE avaliada aos 10 meses ($r = 0,54$ e $0,44$; $P < 0,05$). Relações entre peso vivo e circunferência escrotal foram descritas por vários autores em touros da raça Nelore adultos ($r = 0,79$; Costa & Freneau, 1998; $r = 0,83$; Silva-Mena, 1997; $r = 0,76$; Quirino et al., 1996; $r = 0,43$; Pineda et al., 2000) ou em animais nas fases de pré-puberdade e puberdade, com 10 a 16 meses de idade ($r = 0,61$ a $0,77$; Silva et al., 1999). No entanto, Castro et al. (1991) trabalharam com touros Nelore com idade entre 10 a 31 meses de idade em Minas Gerais, e verificaram que as correlações entre PV e CE foram menores em animais com 24 e 31 meses ($r = 0,33$ e $0,14$) do que com 10 e 17 meses ($r = 0,68$ e $0,38$), concluindo que, em touros adultos, medidas testiculares não são indicadores de peso vivo.

O peso vivo dos 10 aos 30 meses apresentou correlações com peso do parênquima testicular ($r = 0,48$ a $0,62$; $P < 0,05$), peso do epidídimo ($r = 0,48$ a $0,73$; $P < 0,05$), diâmetro testicular ($r = 0,46$ a $0,59$; $P < 0,05$) e comprimento testicular ($r = 0,45$ a $0,61$; $P < 0,05$) aos 30 meses. O peso da carcaça quente aos 30 meses também apresentou correlações com PT ($r = 0,45$; $P < 0,05$), PE ($r = 0,63$; $P < 0,01$), diâmetro testicular ($r = 0,44$; $P < 0,05$) e comprimento testicular ($r = 0,46$; $P < 0,05$) na mesma idade (Tabela 1). Os pesos dos quartos traseiros e dianteiros das carcaças dos animais aos 30 meses correlacionaram-se com os pesos dos testículos ($r = 0,47$ e $0,42$, respectivamente) e peso do epidídimo ($r = 0,66$ e $0,59$, respectivamente). Houve relações entre peso vivo avaliado entre 10 e 30 meses e peso da carcaça quente ($r = 0,65$ a $0,93$; $P < 0,01$), peso dos quartos traseiros ($r = 0,68$ a $0,93$; $P < 0,01$) e dianteiros ($r = 0,60$ a $0,90$; $P < 0,01$) aos 30 meses. O rendimento de carcaça não apresentou relação com CE, peso testicular, peso vivo ou níveis de testosterona ($P > 0,05$). Não há, na literatura consultada, informações sobre correlações entre peso testicular, peso de carcaça e peso corporal na raça Nelore. No entanto, Morsy et al. (1998) encontraram relações significativas e positivas entre circunferência escrotal e espessura de gordura no dorso e negativas entre CE e produção de carne magra em touros de raças sintéticas, no Canadá. Os resultados do presente estudo, ou seja, as relações entre peso das gônadas e do epidídimo e peso de carcaça e corporal, são os primeiros demonstrados em touros da raça Nelore e enfatizam as associações anteriormente avaliadas entre circunferência escrotal e peso vivo. Estas correlações também sugerem a existência de interação envolvendo os processos fisiológicos que controlam a função reprodutiva e o desenvolvimento ponderal dos touros.

A circunferência escrotal aos 30 meses apresentou relação com CE avaliada a partir dos 10 meses de idade ($r = 0,51$; $P < 0,01$), incluindo a CE aos 12 meses ($r = 0,53$; $P < 0,01$), aos 18 meses ($r = 0,61$; $P < 0,01$) e aos 25 meses ($r = 0,89$; $P < 0,01$). Estas correlações foram um pouco maiores que as observadas por Pineda et al. (2000), em touros Nelore entre as idades de 7 e 28 meses ($r = 0,35$ a $0,53$), e evidenciam que animais com maior CE na pós-puberdade já podem ser identificados com certo grau de confiabilidade, na fase de puberdade. Em todas as idades estudadas, as medidas de circunferência escrotal estiveram associadas ao diâmetro ($r = 0,66$ a $0,95$; $P < 0,01$) e comprimento testicular ($r = 0,59$ a $0,88$; $P < 0,01$).

Tabela 1 - Correlações entre peso vivo, características de abate e biometria testicular em touros Nelore
 Table 1 - Correlations among body weight, carcass traits and testis size in Nelore bulls

Idade (meses) Age (months)	Circunferência escrotal Scrotal circumference												PT ¹	PE ¹	DT ¹	CT ¹				
	Idade (meses) Age (months)																			
	10	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23					25	26	30	30
Peso vivo Body weight	10	0,62	0,53	0,41	0,62	0,61	0,55	0,57	0,55	0,55	0,58	0,57	0,58	0,57	0,56	0,54	0,50	0,42	0,48	0,49
	12	0,60	0,61	0,47	0,60	0,62	0,58	0,60	0,58	0,61	0,66	0,64	0,65	0,60	0,61	0,58	0,60	0,58	0,56	0,60
	13	0,61	0,61	0,48	0,61	0,62	0,58	0,62	0,59	0,61	0,67	0,65	0,68	0,64	0,65	0,63	0,62	0,62	0,59	0,61
	14	0,61	0,62	0,49	0,64	0,66	0,61	0,64	0,61	0,64	0,69	0,65	0,67	0,61	0,61	0,59	0,58	0,64	0,56	0,55
	15	0,57	0,60	0,50	0,62	0,63	0,59	0,63	0,60	0,62	0,67	0,62	0,64	0,57	0,57	0,56	0,54	0,68	0,55	0,52
	16	0,54	0,54	0,44	0,60	0,61	0,56	0,60	0,54	0,56	0,61	0,58	0,62	0,54	0,54	0,56	0,54	0,63	0,53	0,52
	17	0,57	0,56	0,47	0,60	0,63	0,61	0,65	0,61	0,64	0,69	0,66	0,70	0,61	0,63	0,62	0,59	0,68	0,59	0,56
	18	0,59	0,56	0,48	0,61	0,61	0,64	0,66	0,59	0,63	0,66	0,67	0,68	0,64	0,65	0,59	0,55	0,66	0,60	0,55
	19	0,58	0,55	0,46	0,55	0,55	0,55	0,57	0,55	0,59	0,65	0,59	0,63	0,57	0,60	0,59	0,52	0,63	0,56	0,45
	21	0,58	0,61	0,50	0,54	0,58	0,56	0,59	0,56	0,61	0,64	0,61	0,63	0,52	0,56	0,58	0,55	0,60	0,53	0,53
	22	0,56	0,52	0,46	0,59	0,64	0,62	0,64	0,61	0,63	0,69	0,66	0,70	0,60	0,63	0,61	0,59	0,73	0,57	0,56
	23	0,45	0,40	0,42	0,45	0,50	0,48	0,50	0,44	0,47	0,54	0,51	0,55	0,46	0,49	0,46	0,48	0,63	0,42	0,50
	25	0,43	0,41	0,43	0,49	0,51	0,48	0,48	0,45	0,46	0,55	0,50	0,56	0,51	0,53	0,51	0,51	0,71	0,49	0,53
	26	0,54	0,52	0,49	0,60	0,62	0,59	0,60	0,55	0,55	0,63	0,59	0,64	0,58	0,60	0,54	0,51	0,67	0,51	0,53
	30	0,44	0,42	0,41	0,50	0,51	0,50	0,48	0,46	0,48	0,55	0,51	0,57	0,49	0,50	0,53	0,51	0,72	0,50	0,52
Peso abate Slaughter weight		0,48	0,45	0,42	0,46	0,50	0,49	0,55	0,45	0,44	0,45	0,50	0,59	0,50	0,55	0,50	0,45	0,71	0,49	0,53
Peso de carcaça Carcass weight		0,40	0,39	0,39	0,40	0,42	0,41	0,45	0,44	0,39	0,38	0,44	0,41	0,46	0,47	0,44	0,51	0,63	0,44	0,46

¹ PT: peso testicular (testis weight); PE: peso do epidídimo (epididymal weight); DT: diâmetro testicular (testis diameter); CT: comprimento testicular (testis length).
 Níveis de significância estatísticas das correlações (r≤0,49; P<0,05; r>0,49; P<0,01).
 Statistical significance of correlations (r≤.49; P<.05; r>.49; P<.01).

Aos 30 meses, após o abate, animais com maior peso testicular também tiveram maior peso do epidídimo ($r = 0,76$; $P < 0,01$), além de maior diâmetro ($r = 0,96$; $P < 0,01$) e comprimento testicular ($r = 0,94$; $P < 0,01$) e o peso do epidídimo apresentou correlação com as medidas de diâmetro ($r = 0,71$; $P < 0,01$) e comprimento das gônadas ($r = 0,67$; $P < 0,01$). A correlação entre peso testicular e peso do epidídimo é semelhante à encontrada por Almquist & Amann (1961) em touros da sub-espécie *Bos taurus taurus* adultos ($r = 0,76$) e sugere a existência de uma espécie de ajuste da anatomia destas estruturas envolvidas na produção e no armazenamento dos espermatozoides. Ainda aos 30 meses, a relação comprimento/diâmetro testicular foi igual a $1,99 \pm 0,02$ cm, com valor mínimo de 1,80 e máximo de 2,24, mas esta variável não apresentou correlação significativa com o peso do epidídimo ou dos testículos, mostrando que as variações das medidas de comprimento e diâmetro testicular são compensatórias entre si, sem efeito significativo sobre a massa do parênquima testicular. Esta média da relação comprimento/diâmetro testicular é maior que o valor (1,81) encontrado por Bailey et al. (1996) em touros adultos (*Bos taurus*) com peso vivo entre 450 e 900 kg, evidenciando a tendência de que touros da raça Nelore possuem testículos com formato mais alongado que animais de origem européia (Silva et al., 1991).

Conclusões

Este estudo apresenta informações sobre os desenvolvimentos ponderal e testicular, associados à atividade esteroidogênica e características de abate em touros da raça Nelore oriundos de um rebanho da região Nordeste. Medidas testiculares avaliadas na fase de pré-puberal e puberal podem ser indicadores do peso das gônadas e do epidídimo do animal adulto, variáveis que estão associadas com a capacidade potencial de produção espermática. A biometria testicular e o peso vivo avaliados em animais jovens são potenciais indicadores do desenvolvimento ponderal do touro na fase adulta e do peso da carcaça, embora as correlações com esta última variável tenham sido de menor magnitude.

Agradecimento

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do Curu (UFC); à Dra. Ângela Xavier Eloy (EMBRAPA/CNPCCaprinos); ao Méd. Veterinário João Carneiro (Fazenda Tabuleiro, Piauí); ao Engenheiro Agrônomo Joaquim Batista de Oliveira Neto; e aos bolsistas de iniciação científica do curso de Agronomia da UFC, Fernanda C. Holanda Garcia e José Edilberto Nogueira Júnior, pela inestimável colaboração.

Literatura Citada

- ALMQUIST, J.O.; AMANN, R.P. Reproductive capacity of dairy bulls. II. Gonadal and extra-gonadal sperm reserves as determined by direct counts and depletion trials; dimensions and weight of genitalia. **Journal of Dairy Science**, v.44, p.1668-1679, 1961.
- AMANN, R.P.; SCHANBACHER, B.D. Physiology of male reproduction. **Journal of Animal Science**, v.57, S2, p.380-403, 1983.
- AMANN, R.P.; WALKER, J.M. Changes in the pituitary-gonadal axis associated with puberty in holstein bulls. **Journal of Animal Science**, v.57, p.433-445, 1983.
- AMANN, R.P.; WISE, M.E.; GLASS, J.D. et al. Prepubertal changes in the hypothalamic - Pituitary axis of Holstein bulls. **Biology of Reproduction**, v.34, p.71-80, 1986.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.
- BAILEY, T.L.; MONKE, R.S.; HUDSON, D.F. et al. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v.46, p.881-887, 1996.
- BARBOSA, S.B.P.; MARTINS FILHO, R.; MARTINS, G.A. et al. Aspectos genéticos e de ambiente em características de crescimento em bovinos de raça Nelore, no estado de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.147.
- BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; VALE FILHO, V.R. et al. Avaliação das associações genéticas entre perímetro escrotal e características seminais em touros da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.135.
- BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; MARTINI, A. et al. Fatores ambientais e genéticos que influenciam o desenvolvimento ponderal até o desmame de animais Nelore criados no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.693-700, 1999.
- CARDOSO, F.M.; GODINHO, H.P. Morphological events occurring in the seminiferous tubules of the Brazilian Nelore Zebu associated with age. **Anatomischer Anzeiger**, v.145, p.262-267, 1979.
- CARROL, E.J.; BALL, L.; SCOTT, J.A. Breeding soundness in bulls. A summary of 10,940 examinations. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.142, p.1105-1116, 1963.
- CASTRO, V.M.; VALE FILHO, V.R.; REIS, S.R. Correlações da

- circunferência escrotal com peso corporal e com defeitos espermáticos (maiores e totais) em touros Nelore de 10 a 31 meses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9., Belo Horizonte, 1991. **Anais...** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1991. v.2. p.427.
- COSTA, A.J.S.A.; FRENEAU, G.E. Biometria testicular e peso corporal em tourinhos meio-sangue Europeu - Zebu de 7 aos 20 meses de idade. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.117.
- COULTER, G.H.; KOZUB, G.C. Efficacy of methods used to test fertility of beef bulls used for multiple-sire breeding under range conditions. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1757-1763, 1989.
- CURTIS, B.K.; AMAN, R.P. Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. **Journal of Animal Science**, v.53, p.1645-1658, 1981.
- EVANS, A.C.O.; PIERSON, R.A.; GARCIA, A. et al. Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. **Theriogenology**, v.46, p.345-347, 1996.
- FELTEN, H.G.; RESTLE, J.; MULLER, L. et al. Características quantitativas de carcaças de novilhos Charolês, Nelore, 1/2 Charolês - Nelore e 1/2 Nelore - Charolês. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1988. p.255.
- FONSECA, V.O.; SANTOS, N.R.; MALINSKI, P.R. Calsificação andrológica de touros zebus (*Bos taurus indicus*) com base no perímetro escrotal e características morfo-físicas do sêmen. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.21, n.2, p.347-359, 1997.
- FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA - FUNCEME. **Dados climatológicos do Estado do Ceará**. Fortaleza: 1997.
- GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. et al. Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos de características alternativas na raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.162.
- LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. **Journal of Animal Science**, v.46, p.1054-1066, 1978.
- MARGARIDO, R.C.C.; FILHO, A.L.; LEME, P.R. et al. Características de carcaça de novilhos Nelore e 1/2 Angus x Nelore terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p.246.
- MARTIN, L.C.; BRINKS, J.C.; BOURDON, R.M. et al. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. **Journal of Animal Science**, v.70, p.4006-4014, 1992.
- MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle (short communication). **Revista Brasileira de Genética**, v.14, p.209-212, 1991.
- MORAES, J.C.F.; HORN, M.M.; ROSADO Jr., A.G. Exame andrológico em touros: qualidade dos indicadores da aptidão reprodutiva em distintos grupos raciais. **Ciência Rural**, v.28, p.647-652, 1998.
- MORSY, N.H.A.; HASSAN, H.A.; MAKARECHIAN, M. et al. Factors affecting body weight, preweaning and postweaning gains in young bulls. **Journal of Applied Animal Research**, v.13, p.81-92, 1998.
- MOURA, A.; ERICKSON, B.H. Age-related changes in peripheral hormone concentrations and their relationships with testis size and number of Sertoli and germ cells in beef bulls. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.111, p.183-190, 1997.
- OBA, E.; VIEIRA, R.J.; ROCHA, G.P. et al. Avaliação das concentrações séricas de testosterona e androstenediona, antes e após aplicação de GnRH em touros Nelore. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 8., 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1989. p.553.
- PINEDA, N.R.; FONSECA, V.O.; ALBUQUERQUE, L.G. Preliminar study of influence of scrotal circumference upon libido and seminal characteristics in young Nelore bulls. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, p.69-75, 2000.
- POST, T.B.; CHRISTENSEN, H.R.; SEIFER, G.W. Reproductive performance and productive traits of beef bulls selected for different levels of testosterone response to GnRH. **Theriogenology**, v.27, p.317-328, 1987.
- QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G. Estudo Comparativo de funções de crescimento do perímetro escrotal na raça Nelore. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL, 1., 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 1996. p.227.
- RESENDE, G.C.; FILHO, A.L.; ALEONI, G. et al. Características da carcaça de novilhos tourinhos e zebuínos e bubalinos, terminados em confinamento I. Rendimento de carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.190.
- SAS INSTITUTE - SAS/STAT® User's Guide, Version 6, 4.ed. Cary, NC: 1989. v.2.
- SANCHES, A.C.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. et al. Variação da secreção de testosterona no desenvolvimento corporal e idade à puberdade em touros *Bos Indicus*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998b. p.43.
- SANCHES, A.C.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. et al. Efeito do manejo nutricional sobre medidas lineares e níveis de testosterona em touros zebuínos jovens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.46.
- SHARPE, R.M. Regulation of spermatogenesis. In: KNOBIL, E.; NEIL, J.D. (Eds.) **The physiology of reproduction**. New York: Raven Press, 2.ed., 1994. p.1363-1434.
- SILVA, A.E.D.F.; DODE, M.A.; PORTO, J.A. et al. Estacionalidade na atividade sexual de machos Nelore e mestiços Fleckvieh e Chianina x Nelore: características biométricas testiculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.10, p.1745-1750, 1991.
- SILVA MENA, C. Peripubertal traits of Brahman bulls in Yucatan. **Theriogenology**, v.48, n.4, p.675-685, 1997.
- SILVA, A.E.D.F.; UNANIAM, M.M.; SILVA, A.R. Characterization of sexual precocity in purebred Nelore bulls. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.4, p.495-500, 1999.
- UNANIAN, M.M.; SILVA, A.E.D.F.; McMANUS, C. et al. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.136-144, 2000.

Recebido em: 01/11/00

Aceito em: 11/12/01