



Precocidade sexual de touros a campo em condições tropicais

Sexual precocity of the field bulls in tropical environments

E.V. Costa e Silva^{1,3}, B.X. Ferreira², V.L.D. Queiroz², L.C.C. Costa Filho², C.E.S.N. Zúccari¹

¹Grupo de Estudos em Reprodução Animal no Mato Grosso do Sul, GERA-MS/CNPq, FAMEZ/UFMS, Campo Grande, MS, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal /FAMEZ/UFMS, Campo Grande, MS, Brasil.

³Correspondência: eliane.silva@ufms.br

Resumo

A antecipação da puberdade tem papel crucial na taxa de desfrute de um rebanho ao diminuir a idade de entrada dos animais em reprodução, e mesmo nos rebanhos submetidos à estação de monta, o fato de entrarem em puberdade antes aumenta a perspectiva de apresentarem maior qualidade de sêmen e, no caso das fêmeas, de apresentarem maior regularidade cíclica, o que melhora o desempenho reprodutivo no início da primeira estação. A idade à puberdade está diretamente relacionada a fatores genéticos, condições nutricionais pré-desmama e pós-desmama, manejo e até mesmo a linhagem dentro da raça. Essa interação genótipo-ambiente torna a idade à puberdade altamente variável entre raças e ambientes. A presente revisão pretende discutir alguns aspectos da seleção de precocidade sexual de machos bovinos em ambiente tropical.

Palavras-chave: bovinos, macho, puberdade, zebu.

Abstract

The anticipation of puberty has crucial role in production rate of a herd by reducing the entry age of reproduction in animals, and even in herds undergoing breeding season, the fact that before coming into puberty increases the prospect of presenting the highest quality of semen and females, larger cyclical regularity, improving the reproductive performance early in the first season. The age of puberty is directly related to genetic factors, nutritional status pre-weaning and post-weaning management and even within the lineage of this breed. This genotype-environment interaction makes the age puberty highly variable between races and environments. This review will discuss some aspects of sexual precocity selection of male cattle in a tropical environment.

Keywords: bovine, male, puberty, zebu.

Introdução

A antecipação da puberdade tem papel crucial na taxa de desfrute de um rebanho ao diminuir a idade de entrada dos animais em reprodução, e mesmo nos rebanhos submetidos à estação de monta, o fato de entrarem em puberdade antes aumenta a perspectiva de apresentarem maior qualidade de sêmen e, no caso das fêmeas, de apresentarem maior regularidade cíclica, o que melhora o desempenho reprodutivo no início da primeira estação. Além disso, a seleção de touros púberes o mais precoces possível também proporciona vantagens econômicas, como redução de custos com alimentação animal, e otimiza o retorno econômico para os produtores (Barth e Ominski, 2000; Lopez et al., 2006).

Comparada à de touros europeus, a idade à puberdade de bovinos *Bos indicus* e cruzamentos é mais tardia e um dos principais fatores da menor eficiência reprodutiva desses rebanhos. Tal característica possui média herdabilidade, o que faz com que seja o foco principal de utilização nos programas de melhoramento genético no país. Esse evento está diretamente relacionado a fatores genéticos, às condições nutricionais pré-desmama e pós-desmama, ao manejo e até mesmo à linhagem dentro da raça (Garcia et al., 1987). A interação genótipo-ambiente torna a idade à puberdade altamente variável entre raças e ambientes.

A avaliação e a seleção de animais são importantes, principalmente num país no qual há um enorme déficit de reprodutores geneticamente qualificados para atender à demanda do produtor de gado de corte comercial. O país atingiu, em 2011, 212,8 milhões de cabeças, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013), apresentando cerca de 61,4 milhões de fêmeas em idade reprodutiva no rebanho de corte. Mesmo com a crescente utilização da inseminação artificial alavancada com a grande adoção dos protocolos hormonais para inseminação artificial em tempo fixo, a demanda de touros de reposição anual é de cerca de 350 mil animais se for considerada uma proporção touro:vaca de 1:30.

Os programas de seleção para reprodutor têm trabalhado com o acompanhamento do desenvolvimento ponderal e, quanto ao aspecto reprodutivo, principalmente com o perímetro escrotal (PE), por ser uma



característica de fácil mensuração. Em decorrência das dificuldades de correlacionar os critérios biológicos de seleção reprodutiva observáveis na fase pré-púbere e púbere com o desempenho desses machos na idade adulta, esse instrumento seletivo, em zebuínos, tem sido completado de forma geral aos 18-24 meses de idade. No entanto, a pressão econômica do sistema de produção em diminuir o investimento na preparação de touros nos criatórios que ofertam animais selecionados ao mercado de gado comercial tem levado muitos produtores a tentarem utilizar o momento das avaliações dos programas de melhoramento genético também para realizar um descarte prévio dos animais a fim de diminuir o custo de preparação de touros. Recentemente, a metodologia já conhecida de mensuração do perímetro escrotal tem-se tentado agregar novos critérios para a seleção dos reprodutores, tais como ultrassonografia testicular, métodos de avaliação da integridade e eficiência biológica da célula espermática e identificação de marcadores celulares para eficiência reprodutiva.

Esta revisão pretende discutir alguns aspectos da seleção de precocidade sexual de machos bovinos em ambiente tropical.

Avaliação de touros à puberdade

A puberdade é definida como a idade em que se obtém o primeiro ejaculado com 10% de motilidade progressiva e 50 milhões de espermatozoides totais (Wolf et al., 1965).

Lunstra et al. (1978) observaram, em raças europeias de corte, que o perímetro escrotal (PE) pode prever mais precisamente o começo da puberdade independentemente da idade, raça ou peso corporal. Smith et al. (1989) verificaram correlações positivas entre o PE e a idade à puberdade em seus descendentes, com redução de 0,796 e 0,826 dias na idade à puberdade para os machos e na idade à primeira cria para as filhas, respectivamente, para cada centímetro da circunferência escrotal, com relação à média da população estudada.

No estudo da biometria testicular, o PE é um indicador do potencial reprodutivo em machos bovinos (Brinks, 1987) e assume relevância devido a sua alta repetibilidade, 0,98 (Hahn et al., 1969; Coulter et al., 1975), herdabilidade moderada a alta (Coulter et al., 1975; Coulter e Foote, 1979; Bourdon e Brinks, 1986; Brinks, 1987; Lunstra et al., 1988) e também pelas estreitas relações com outras características reprodutivas, não só nos machos como também nas fêmeas do rebanho (Toelle e Robison, 1985; Gressler et al., 2000). Em estudos realizados com meias-irmãs, constatou-se alta correlação entre o PE e idade à puberdade das fêmeas (Toelle e Robison, 1985; Brinks, 1987; Gressler et al., 2000). Além disso, o PE é um excelente indicador do volume testicular, da capacidade de produção espermática, das características físico-químicas, da idade à puberdade e também da capacidade de fertilização de touros jovens (Coulter e Keller, 1982; Toelle e Robison, 1985; Gressler et al., 2000).

O crescimento testicular apresenta comportamento curvilíneo com relação à idade, com aumento gradativo até a fase pré-puberal, quando, então, o aumento é acentuado na fase puberal e posteriormente torna-se novamente gradativo até a fase adulta do animal (Abdel-Raouf, 1960; Pimentel et al., 1984). Bergmann et al. (1996) acrescentam que o coeficiente de correlação entre PE e características de crescimento é alto. O crescimento testicular pode ser representado por uma curva sigmoide, lento inicialmente, seguido de um pico que coincide com a puberdade, retornando a um crescimento lento novamente ao atingir a maturidade sexual. O ponto máximo de crescimento do perímetro escrotal ocorreu aos 10,8 meses de idade, refletindo o maior crescimento do parênquima testicular, o que coincidiria com o período pré-púbere. Loaliza-Echeverri et al. (2013) observaram que o desenvolvimento do PE em touros Guzerá foi caracterizado por uma fase de crescimento acelerado entre os meses 10,6 e 14,5, seguido por um declínio na taxa de crescimento. Os autores afirmam que esses resultados obtidos foram significativamente influenciados pelos efeitos ambientais e que, devido a isso, não são recomendadas comparações com outras raças. Ferreira (2012) também observou que animais Nelore que apresentaram puberdade muito precoce (puberdade aos $12,37 \pm 1,24$ meses) apresentaram um maior crescimento testicular que os dois outros grupos mais tardios (PUB16 e PUBT, idades de $15,13 \pm 1,58$ e $16,68 \pm 2,36$ meses, respectivamente).

Silva et al. (2002), ao estudarem o PE e a qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, afirmaram que esta característica em touros jovens até 18 meses de idade é um dos mais importantes critérios para seleção de reprodutores e pode indicar a qualidade do sêmen representada pela motilidade progressiva espermática. A maior variação da motilidade ocorreu nos touros jovens até 18 meses (5 a 80%), em um intervalo de PE de 21 a 26 cm, caracterizando o desenvolvimento desses animais que deveriam estar na fase puberal ou próximos desta e, portanto, apresentando epitélio seminífero em formação (Lunstra et al., 1978). No entanto, a maioria dos touros (60 a 80%) apresentou taxa de motilidade alta, quando os testículos apresentaram PE acima de 26 cm (Silva et al., 2002).

A relação entre PE acima de 26 cm e idade até 18 meses sugere que os testículos nessas condições podem constituir um fator a ser utilizado na seleção de reprodutores, pois é alta a probabilidade de esses reprodutores apresentarem sêmen de qualidade em razão desse tamanho testicular. Tal observação poderá complementar os critérios adotados à escolha de animais até 18 meses de idade, potenciais reprodutores, como já ocorre em algumas das propriedades selecionadoras (Silva, 1997).

O PE mostra uma relação alta com o peso do parênquima testicular (0,95), sendo diretamente



relacionada com o potencial produtivo de células espermatogênicas, ou seja, touros, da mesma raça e idade, com perímetro escrotal grande, apresentam maior produção espermática diária do que aqueles com testículos menores (Rekwot et al., 1988; Smith et al., 1989; Freneau, 1991; Guimarães, 1993).

Por todas essas características, o PE apresenta-se como o único componente de um exame andrológico adotado por programas de melhoramento genético. Dada a sua importância, muitas associações de raça têm determinado perímetros escrotais mínimos para registro. Infelizmente, a Associação Brasileira de Criadores de Zebuínos (ABCZ) não adota a mesma postura, gerando uma polêmica desnecessária em torno dos exames andrológicos. Para a mesma raça, há várias tabelas produzidas a partir de pesquisas ou de dados coletados por programas de melhoramento genético. Essa variação pode ser explicada pela população trabalhada por equipe. Rebanhos suplementados tendem a apresentar PE médios maiores do que animais criados a campo. Restrições alimentares na puberdade reduzem o crescimento testicular e na maturidade sexual podem levar à degeneração testicular temporária ou, dependendo da intensidade, a um processo irreversível. As associações de criadores de raças de corte de touros europeus, na sua maioria, têm adotado dois parâmetros mínimos de PE para registrar machos – um para animais a campo e outro para suplementados. Em animais de campo, podem ser observadas variações sazonais do perímetro testicular devido às variações nutricional ou climática.

De acordo com Silva et al. (2002), touros da raça Nelore dentro da mesma idade e mesmo tamanho testicular, apresentaram taxas diferentes de motilidade espermática. Nos trabalhos do GERA-MS, tem-se observado que a seleção para superprecoces pode apresentar esse mesmo viés em animais contemporâneos. Observa-se um percentual baixo de indivíduos púberes aos 11 meses de idade, que não necessariamente são aqueles de maior PE na sua faixa etária (Ferreira et al., 2012). Para esses casos, identificação da idade à puberdade foi feita por meio de coleta de sêmen, o que, numa rotina de manejo na pecuária, torna-se inviável. O recurso que se teria para racionalizar esse processo seria adotar outros meios de identificação que estão sendo estudados mais recentemente, como a ultrassonografia testicular.

A ultrassonografia como recurso de seleção e avaliação clínica

A ultrassonografia assegura uma promessa para a avaliação de touros antes de atingirem a puberdade e talvez para prever a capacidade de produção nos animais sexualmente maduros (Aravindakshan et al., 2000). A ecotextura dos testículos está altamente correlacionada ($r = 0,5$, $P < 0,05$) com a área dos tubos seminíferos. Em outros estudos, a ultrassonografia tem mostrado ser uma técnica não invasiva para acesso dos testículos e detecção de suas patologias (Coulter e Bailey 1988; Lenz et al., 1994; Pecman e Eilts, 1987). Análises visuais da ultrassonografia testicular são geralmente de avaliação limitada; na ausência de patologia, o parênquima testicular apresenta-se homogêneo, com o mediastino moderadamente mais ecogênico (Pecman e Eilts, 1987). Entretanto, a análise computadorizada das imagens fornece informações detalhadas a respeito da estrutura e função do tecido. Por exemplo, há um grande aumento na densidade testicular dos touros que chegam à puberdade (Chandolia et al., 1997). Além disso, Lenz et al. (1994) relataram que o escore de textura ultrassonográfica em humanos foi menor em testículos com túbulos seminíferos ativos comparados àqueles que eram inativos. No início dos estudos ultrassonográficos acreditava-se que a avaliação ultrassonográfica dos testículos para a determinação da ecotextura testicular poderia ser um método para se estimar a capacidade espermatogênica dos testículos (Gábor et al., 1998). A ecotextura pela ultrassonografia foi altamente correlacionada com a área de túbulos seminíferos, indicando que a imagem testicular do ultrassom foi considerada um potencial para avaliação da função dos testículos em touros.

O padrão da imagem vista pelo ultrassom é definido como intensidade de unidade *pixel*, que é uma variação em uma escala cinza de 0 - 250, na qual o zero é representado pelo preto, e o 250 pelo branco. Desta forma, Aravindakshan et al. (2000) classificaram o parênquima de cada testículo de acordo com a média da intensidade de unidade *pixel* coletada de cinco pontos diferentes em cada testículo. Os mesmos autores relataram que as diferenças no diâmetro testicular medido no plano transversal (caudal) e no plano longitudinal (lateral) provavelmente refletem as mudanças na forma testicular no órgão maduro.

A média de unidades *pixel* nos animais precoces aumentou gradualmente da segunda à 16ª semana de idade ($P < 0,05$), diminuiu na 24ª semana ($P < 0,05$), voltando a aumentar entre a 32ª e a 42ª semana de idade ($P < 0,05$). Nos animais tardios, observou-se aumento gradual até a 14ª semana de idade ($P < 0,05$), queda até 24ª semana ($P < 0,05$) e depois elevação da ecodensidade da 34ª até a 48ª semana de idade ($P < 0,05$). O grupo de maturidade precoce possui o maior índice de unidade *pixel* entre a 34ª e a 40ª semana de idade ($P < 0,05$), Aravindakshan et al. (2000).

O padrão de intensidade da imagem parece refletir as várias fases do desenvolvimento dos túbulos seminíferos e a espermatogênese (Abdel-Raouf, 1960). Diferenças nas unidades *pixel* após a 32ª semana de idade entre os touros precoces e tardios podem ser usadas para a seleção de animais de maturação precoce (Aravindakshan et al., 2000).

O Grupo GERA-MS (Pereira, 2008) vem desenvolvendo um trabalho de avaliação ultrassonográfica de testículos de machos Nelore jovens (idade média = $11,92 \pm 0,94$ meses) com o intuito de averiguar se a ecodensidade ultrassonográfica poderá ser utilizada como critério de seleção para puberdade. Os animais pré-

púberes apresentaram ecodensidade significativamente maior que o grupo púbere, na mesma faixa etária (Fig. 1). A ecodensidade aumentou significativamente à medida que o perímetro escrotal cresceu (Fig. 2) entre a classe 2 e 5 (15,5 a 22,7cm), período em que o autor observou também maior velocidade de crescimento testicular. Esse aumento pode estar relacionado ao crescimento do diâmetro, ao comprimento dos túbulos seminíferos e ao preenchimento do lúmen com células espermatogênicas em estágio final de maturação (Evans et al., 1996; Brito et al., 2004). Após essa fase de crescimento progressivo, ocorre uma fase de estabilização do número de *pixels*, ao mesmo tempo em que há uma estabilização no lúmen, ou seja, aumenta o número de células espermáticas em estágio final de maturação. Os dados iniciais mostraram que a curva de ecodensidade no Nelore apresenta o mesmo perfil do observado em outros trabalhos com raças europeias, embora mais tardia.

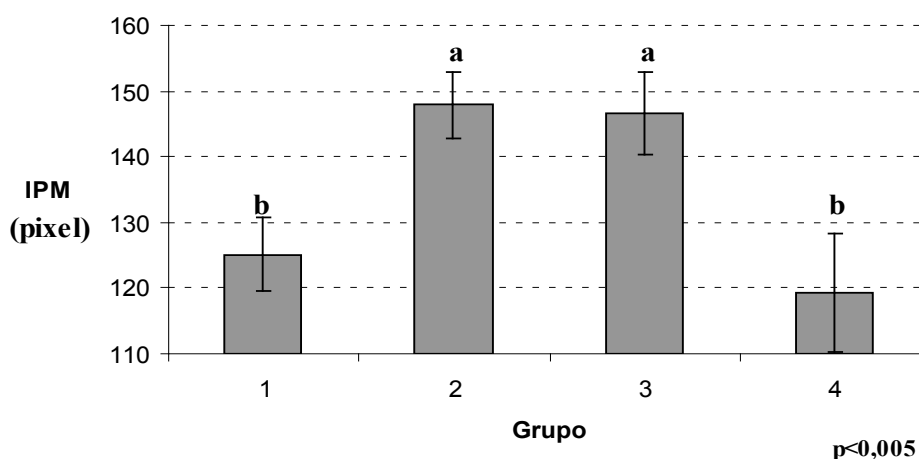


Figura 1. Padrão de ecodensidade estabelecida pela intensidade *pixel* média conforme o estágio de desenvolvimento testicular (grupos 1 a 4) em bezerros Nelore criados a pasto no Brasil Central, em que: grupo 1 – animais em que não foi coletado sêmen; grupo 2 - animais com necrospemia; grupo 3 – pré-púberes cujo ejaculado apresentou espermatozoides vivos móveis; grupo 4 – púberes. (Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste *t* de Student; Pereira, 2008.)

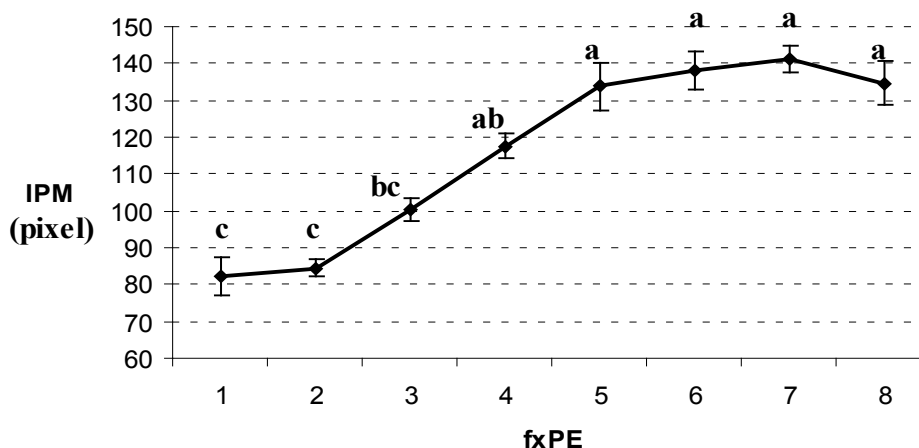


Figura 2. Padrão de ecodensidade estabelecida pela intensidade de *pixels* média (IPM) de acordo com a classe de perímetro escrotal, em que: classe 1 = $\leq 15,50$; 2 = $15,51 \leq 17,32$; 3 = $17,33 \leq 19,14$; 4 = $19,15 \leq 20,96$; 5 = $20,97 \leq 22,72$; 6 = $22,73 < 24,60$; 7 = $24,61 \leq 26,42$; 8 = $> 26,43$ - valores mínimos e máximos: 15.5 - 30.60. (Letras diferentes indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan; Pereira, 2008.)

Em outro trabalho do grupo GERA-MS, Ferreira (2012) observou que o padrão de ecodensidade testicular em machos Nelore jovens aumentou em razão da idade, apresentando maior desenvolvimento a partir dos 10 meses de idade. O aumento na ecodensidade testicular coincidiu com o período em que os animais entraram em puberdade, fato observado também em animais taurinos e cruzados (Chandolia et al., 1997; Aravindakshan et al., 2000; Brito et al., 2004, 2012). Todavia, Ferreira (2012), ao trabalhar com intervalos de três meses na obtenção das imagens ultrassonográficas, não conseguiu identificar a idade à puberdade sem a avaliação seminal, diferentemente dos outros autores, que obtiveram imagens a cada quatro semanas. Pinho et al. (2012) compararam a intensidade de *pixel* na imagem testicular de touros Montana e não conseguiram



determinar o grau de maturidade sexual. Entretanto, eles realizaram apenas um exame ultrassonográfico.

O ultrassom permite uma avaliação não invasiva das estruturas internas do escroto e dos testículos, como suas túnicas fibrosas, tão bem como o parênquima e o mediastino, e ao mesmo tempo mostra suas mudanças. O parênquima testicular apresenta mudanças na ecogenicidade nas suas imagens de ultrassom durante o desenvolvimento. Isto foi atribuído à proliferação celular e à produção de fluidos (Abdel-Razek e Ali, 2005). Ao mesmo tempo, há um aumento na ecodensidade testicular nos touros que atingem a puberdade de acordo com o que foi relatado por Chandolia et al. (1997).

Finalmente, pode-se concluir que a ultrassonografia é uma boa técnica de avaliação da genitália de machos bovinos e forneceu benefícios apreciáveis no estudo das mudanças de desenvolvimento dos testículos, permitindo estabelecer métodos de seleção mais precoces que os atuais métodos de avaliação.

O descarte de touros jovens

A abordagem de seleção do potencial reprodutivo de um macho entre os programas de melhoramento genético (PMG) e a clínica veterinária é diferente. Os PMG procuram identificar nos indivíduos o potencial de agregar à sua progênie características reprodutivas, tais como precocidade sexual, habilidade materna, facilidade de parto, entre outras. O exame clínico veterinário avalia o potencial de fertilidade do indivíduo e procura eliminar da reprodução não só animais com patrimônio genético indesejável para reprodução como aqueles que se apresentem clinicamente inférteis ou subfêrteis. Nos últimos anos, a fim de diminuir custos de criação de tourinhos, muitos produtores têm pressionado os técnicos a realizar descartes por exame clínico da genitália externa durante as pesagens realizadas para os PMG. Oliveira et al. (2011) realizaram exames andrológicos em touros jovens desde a desmama até 16 meses de idade a intervalos de três meses e observaram uma transitoriedade das alterações da genitália em bezeros Nelore nessa faixa etária, o que é um fator limitante para a utilização de exame andrológico para fins de descarte. Foram observados principalmente assimetrias testiculares, problemas no descenso testicular de um ou outro testículo, que variaram entre as três coletas. Alguns achados ultrassonográficos na genitália externa em animais nas fases pré-púbere e púbere parecem ser transitórios. Cardilli et al. (2009) relataram alterações semelhantes aos padrões de microlitíases, que são alterações de patogênese desconhecidas marcadas pela presença de microcalcificações no interior dos túbulos seminíferos (Gierke et al., 1994). No entanto, Costa e Silva et al. (2011) acompanharam, por um tempo, maior alterações com o mesmo padrão ultrassonográfico, pontos hiperecoicos no parênquima testicular que desapareceram, em média, aos 12 meses de idade na maioria dos tourinhos. Provavelmente essas imagens hiperecoicas refletiam o desenvolvimento fisiológico, não podendo ser utilizadas como recurso clínico de prognóstico único para definição de quadros de infertilidade em tourinhos Nelore nessa idade.

Efeito do calor sobre a fertilidade de touros

Climas quentes afetam a produção espermática em ruminantes devido à redução na taxa de crescimento corporal e testicular correlacionada com a disponibilidade nutricional. Essa reduzida taxa de crescimento do testículo é acompanhada da diminuição de espermátócitos e da maturação de espermátides, principalmente devido à redução da capacidade esteroidogênica das células de Leydig, levando a uma significativa redução da produção espermática (Egbunike et al., 1985; Setchell, 1998). A qualidade do sêmen também é comprometida pelas altas temperaturas. Durante a segunda semana que se segue ao estresse térmico, a motilidade do sêmen e a porcentagem de espermatozoides anormais aumentam (Setchell, 1998).

No Brasil, têm sido observadas variações significativas do perímetro escrotal e da qualidade espermática entre as estações seca e chuvosa, caracterizando a recuperação de um quadro degenerativo testicular leve ou médio, ainda durante a estação de monta (Fonseca et al., 1992, 1993). A exposição direta do testículo a altas temperaturas provoca alterações em certas etapas críticas do ciclo espermatogênico, mas por períodos prolongados pode levar a processos degenerativos testiculares irreversíveis. Touros europeus pouco adaptados a climas mais quentes se desgastam mais rapidamente e tendem a buscar meios que os ajudem a alcançar a homeostase: buscam sombra, aumentam a ingestão de água, diminuem os períodos de pastejo e, no decorrer da estação de monta, debilitam-se a ponto de diminuir sua vida útil no rebanho e, dentro de uma mesma estação de monta, necessitam ser submetidos a revezamentos, alternando períodos de atividade com descanso (Costa e Silva, 1995). Chiquitelli Neto (2002), num trabalho realizado com tourinhos Brangus com idade média de 14 meses, mantidos em semiconfinamento, estudou o efeito da disponibilidade de sombra sobre a qualidade seminal e encontrou uma redução da motilidade espermática dos tourinhos mantidos sem sombreamento.

Rosa et al. (1996) avaliaram características adaptativas, de crescimento e de reprodução em função de duas idades de transferência do Planalto Central para o Pantanal sul-mato-grossense (12 e 24 meses) e de dois tipos de recria (em pasto cultivado e em campo nativo) comparativamente com o ambiente original (Planalto Central). Observaram que os animais mantidos no Planalto apresentaram maior peso corporal e melhor aproveitamento na reprodução e que os animais transferidos para o Pantanal aos 24 meses de idade apresentaram melhor performance adaptativa do que os touros transferidos aos 12 meses.



Considerações finais

O perímetro escrotal é o critério zootécnico de maior importância para seleção para precocidade sexual em bovinos de corte. A utilização da ultrassonografia testicular é um método viável para avaliar o desenvolvimento testicular e permite identificar os animais sexualmente mais precoces, mas são necessários exames sequenciais a intervalos menores do que três meses. Touros em ambiente tropical devem ter oferta de sombra e qualidade nutricional garantida para expressar o seu potencial genético. A utilização do ultrassom para fins de descarte de animais com alterações no parênquima testicular deve ser acompanhada ao longo do tempo, a fim de garantir maior confiabilidade no diagnóstico e no prognóstico, oferecendo maior segurança ao uso do recurso ultrassonográfico na clínica andrológica.

Referências

- Abdel-Raouf M.** The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty. *Acta Endocrinol*, v.49, p.1-109, 1960
- Abdel-Razek AK, Ali A.** Developmental changes of Bull (*Bos taurus*) genitalia as evaluated by caliper and ultrasonography. *Reprod Domest Anim*, v.40, p.23-27, 2005.
- Aravindakshan JP, Hanaramoz A, Bartlewski PM, Beard AP, Pierson RA, Rawlings NC.** Pattern of gonadotropin secretion and ultrasonographic evaluation of developmental changes in the testis of early and late maturing bull calves. *Theriogenology*, v.54, p.339-354, 2000.
- Barth AD, Ominski KH.** The relationship between scrotal circumference at weaning and at one year of age in beef bulls. *Can Vet J*, v.4, p.541-546, 2000
- Bergmann JAG, Zamborlini LC, Procópio CSO, Andrade VJ, Vale Filho VR.** Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.48, p.69-78, 1996.
- Bourdon RM, Brinks JS.** Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factor heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. *J Anim Sci*, v.62, p.958-967, 1986.
- Brinks JS.** Genetics of fertility in bulls. In: Annual Meeting of the Society of Theriogenology, 1987, Austin, TX. Proceedings... Hasting, Society for Theriogenology, 1987. p.56-63.
- Brito LFC, Barth AD, Wilde RE, Kastelic JP.** Testicular ultrasonogram pixel intensity during sexual development and its relationship with semen quality, sperm production, and quantitative testicular histology in beef bulls. *Theriogenology*, v.78, p.69-76, 2012.
- Brito LFC, Silva AEDF, Unanian MM, Dode MA, Barbosa RT, Kastelic JP.** Sexual development in early and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. *Theriogenology*, v.62, p.1198-1217, 2004.
- Cardilli DJ, Toniollo GH, Pastore AA, Canola JC, Mercadante MEZ.** Alterações do padrão ultrassonográfico do parênquima testicular em bovinos jovens da raça Nelore. *Acta Sci Vet*, v.37, p.367-370, 2009.
- Chandolia RK, Honaramooz A, Omeke BC, Pierson R, Beard AP, Rawlings NC.** Assessment of development of the testes and accessory gland by ultrasonography in bull calves and associated endocrine changes. *Theriogenology*, v.48, p.119-132, 1997.
- Chiquitelli Neto M.** Efeitos do sombreamento artificial no comportamento e no desempenho de touros jovens da raça Brangus. 2002. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2002.
- Costa e Silva EV, Ferreira BX, Souza CC, Oliveira VM, Fortunato AAAD, Zúccari CESN.** Achados ultrassonográficos em testículos de touros Nelore durante o desenvolvimento sexual. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 19, 2011, Recife, PE. Anais... Belo Horizonte: CBRA, 2011. p.157. CDROM.
- Costa e Silva EV.** Limites dos touros da raça Nelore - O desafio da fertilidade. In: Symposium - O Nelore do Século XXI, 3, 1995, Ribeirão Preto, SP. Palestras... Ribeirão Preto: Associação dos Criadores de Nelore do Brasil, 1995. p.39-43.
- Coulter GH, Bailey DRC.** Effects of ultrasonography on the bovine testis and semen quality. *Theriogenology*, v.30, p.743-749, 1988.
- Coulter GH, Foote RH.** Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to productive traits in cattle: a review. *Theriogenology*, v.11, p.297-311, 1979.
- Coulter GH, Keller DG.** Scrotal circumference of young beef bulls: Relationship to paired testes weight, effect of breed, and predictability. *Can J Anim Sci*, v.62, p.133-139, 1982.
- Coulter GH, Larson LL, Foote RH.** Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. *J Anim Sci*, v.41, p.1383-1389, 1975.
- Egbunike, GN, Togun, VA, Agiang, EA** Sperm production in ruminants in hot humid climates. *World Rev Anim Prod*, v.21, p.11-17, 1985.
- Evans, ACO, Pierson, RA, Garcia, A, McDougall, LM, Hrudka, F, Rawlings, NC.** Changes in circulating



- hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. *Theriogenology*, v.46, p.345-357, 1996.
- Ferreira BX.** Avaliação da puberdade em machos Nelore utilizando a ultrassonografia testicular. 2012. 34f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2012.
- Fonseca VO, Costa e Silva EV.** Características seminais e circunferência escrotal de touros Nelore em diferentes estações do ano. *Rev Bras Reprod Anim*, v.17, p.135-145, 1993.
- Fonseca VO, Crudeli GA, Costa e Silva EV.** Aptidão reprodutiva de touros da raça Nelore. Efeito das diferentes estações do ano sobre as características seminais circunferência escrotal e fertilidade. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.44, p.7-15, 1992.
- Freneau GE.** Desenvolvimento reprodutivo de tourinhos Holandeses-PB e mestiços F1 Holandês x Gir desde os seis até os 21 meses de idade (Puberdade e pós-puberdade). 1991. 194f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 1991.
- Gabor G, Sasser RG, Kastelic JP, Mézes M, Falkay G, Bozó S, Csík JV, Bárány I, Hidas A, Szász F Jr, Boros G.** Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. *Theriogenology*, v.50, p.223-228, 1998.
- Garcia JM, Pinheiro LEL, Okuda HT.** Body development and semenphysical and morphological characteristics of Young Guzereh bulls. *Ars Vet*, v.3, p.47-53, 1987.
- Gierke CL, King BF, Bostwick, DG, Choyke, PL, Hattery, RR.** Large-cell calcifying sertoli cell tumor of the testis: appearance at sonography. *AJR Am J Roentgenol*, v.163, p.373-375 1994.
- Gressler SL, Bergmann JAG, Pereira CS, Penna VM, Pereira JCC, Gresler MGM.** Estudo das associações genéticas entre o perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *Rev Bras Zootec*, v.29, p.427-37, 2000.
- Guimarães JD.** Puberdade e maturidade sexual em touros da raça Gir criados em condições semiextensivas. 1993. 85f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 1993.
- Hahn J, Foote RH, Seidel GE Jr.** Testicular growth and sperm output in dairy bulls. *J Anim Sci*, v.29, p.41-47, 1969.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1, Acessado em: Consulta em 12/01/2013
- Lenz S, Thomsen JK, Giwercman A, Hertel NT, Hertz J, Skakkebaek NE.** Ultrasonic texture and volume of testes in infertile men. *Hum Reprod*, v.9, p.878-881, 1994.
- Loaiza-Echeverri AM, Bergmann JAG, Toral FL, Bosorio JO, Carmo AS, Mendonça LF, Moustacas VS, Henry M.** Use of nonlinear models for describing scrotal circumference growth in Guzereh bulls raised under grazing conditions. *Theriogenology*, 2013. doi: 10.1016/j.theriogenology.2012.11.031.
- Lopez R, Thomas MG, Hallford DM, Keisler DH, Silver GA, Obeidat BS, Garcia MD, Krehbiel CR.** Case study: metabolic hormone profiles and evaluation of associations of metabolic hormones with body fat and reproductive characteristics of Angus, Brangus and Brahman heifers. *Prof Anim Sci*, v.22, p.273-282, 2006.
- Lunstra DD, Ford JJ, Echternkamp SE.** Puberty in beef bulls: hormone concentration, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J Anim Sci*, v.46, p.1054-1062, 1978.
- Lunstra DD, Gregory KE, Cundiff LV.** Heritability estimates and adjustment factors for the effects of bull age of dam on yearling testicular size in breeds of bulls. *Theriogenology*, v.30, p.127-136, 1988.
- Oliveira VM, Ferreira BX, Zúccari CESN, Costa e Silva EV.** Evolução de alterações da genitália externa observadas em bezerras Nelore da desmama até o sobreano. In: Encontro de Iniciação Científica da UFMS, 12, 2011, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande: UFMS, 2011. CD-ROM.
- Pecman RD, Eilts BE.** B-mode ultrasonography of the bull testis. *Theriogenology*. v.27, p.431-441, 1987.
- Pereira MF.** Avaliação ultrassonográfica testicular para seleção precoce de reprodutores Nelore. 2008. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2008.
- Pimentel CA, Ferreira JMM, Moraes JCF, Chagas PR, Amaral CO, Medeiros EL, Bento CLR.** Desenvolvimento testicular e corporal em touros de corte. *Rev Bras Reprod Anim*, v.8, p.27-33, 1984.
- Pinho RO, Costa DS, Siqueira JB, Chaya AY, Miranda Neto T, Martins LF, Guimarães SEF, Guimarães JD.** Testicular echotexture and seminal quality of Young Montana Tropical compound bulls classified as sound and unsound for breeding. *Rev Bras Zootec*, v.41, p.1961-1965, 2012.
- Rekwot PI, Oyedipe EO, Akerejola OO, Kumi-Diaka J.** The effect of sexual protein on body weight, scrotal circumference and semen production of Bunaji and their Frisian crosses in Nigeria. *Anim Reprod Sci*, v.16, p.1-9, 1988.
- Rosa NA, Schenk JAP, Barros IL, Abreu UGP, Sereno JRB.** Performance adaptativa de touros Nelore introduzidos no pantanal sul-mato-grossense em relação a touros Nelore crioulos locais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996, Fortaleza, CE. Anais... Viçosa, MG: SBZ, 1996. p.178-191. CDROM.
- Setchell BP.** The parkes lecture - Heat and the testis. *J Reprod Fertil*, v.114, p.179-194, 1998.



Silva AEDF. A identificação da puberdade, através do sêmen, em gado Nelore. In: Simpósio: O Nelore do Século XXI, 4, 1997, Uberaba, MG. Anais... Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 1997. p.63-71.

Silva AEDF, Unanian MM, Cordeiro CMT, Freitas AR. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade de sêmen em touros da raça Nelore, PO. Rev Bras Zootec, v.31, p.1157-1165, 2002.

Smith BA, Brinks TS, Richardson GV. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. J Anim Sci, v.67, p.2892-2896, 1989.

Toelle VD, Robison OW. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. Anim Sci, v.60, p.89-100, 1985.

Wolf FR, Almquist JO, Hale EB. Pubertal behaviour and pubertal characteristics of beef bulls on a high nutrition allowance. J Anim Sci, v.224, p.761-765, 1965.
