

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO GENÉTICO QUANTITATIVO DAS
CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE TOUROS JOVENS
DA RAÇA NELORE**

Márcio Ribeiro Silva
Médico Veterinário

JABOTICABAL, SP - BRASIL
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO GENÉTICO QUANTITATIVO DAS
CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE TOUROS JOVENS
DA RAÇA NELORE**

Márcio Ribeiro Silva

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque

Co-orientador: Prof. Dr. Joanir Pereira Eler

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Produção Animal).

**JABOTICABAL - SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2009**

S586e Silva, Márcio Ribeiro
Estudo Genético Quantitativo das Características Andrológicas de
Touros Jovens da Raça Nelore / Márcio Ribeiro Silva. -- Jaboticabal,
2009
x, 93 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2001
Orientadora: Lúcia Galvão de Albuquerque
Banca examinadora: José Bento Sterman Ferraz, José Domingos
Guimarães, Humberto Tonhati, Maurício Mello de Alencar
Bibliografia

1. Herdabilidade. 2. Correlação genética. 3. Perímetro escrotal. 4.
Exame andrológico I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.082:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MÁRCIO RIBEIRO SILVA – nascido aos 27 dias do mês de setembro de 1972 no Rio de Janeiro, RJ. Obteve o grau de Médico Veterinário, em 1996, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica, RJ. Iniciou em 1996 as atividades de consultoria e assistência técnica em gestão e manejo da reprodução em propriedades ligadas à atividade de pecuária de corte. Suas atividades do curso de Mestrado em Medicina Veterinária, Área de concentração Reprodução Animal, tiveram início em março de 1997, pela Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG, sob orientação do Professor Doutor José Domingos Guimarães. Obteve o título de Mestre, em julho de 2000. Exerceu o cargo de responsável técnico, no período de 2000 a 2001, nas áreas de manejo reprodutivo e melhoramento genético nas propriedades pertencentes à Empresa Marinho de Agropecuária Ltda, Corumbá, MS. Na mesma empresa, assumiu a gerência de produção, nas áreas de gestão e produção de gado de corte, no período de 2002 a 2005. Suas atividades do curso de Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Genética e Melhoramento dos Animais Domésticos, tiveram início em março de 2005, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, sob orientação da Professora Doutora Lúcia Galvão de Albuquerque e co-orientação do Professor Doutor Joanir Pereira Eler, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, FZEA-USP, Pirassununga – SP, obtendo o título de Doutor em fevereiro de 2009.

A minha esposa, por tudo
DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

À Agro-Pecuária CFM Ltda pela concessão dos dados utilizados neste estudo.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal que direta ou indiretamente contribuíram em minha formação acadêmica.

Aos membros da banca examinadora do Exame de Qualificação, Prof. Dr. Paulo Henrique Franceschini, Dra. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante, Dr. Maurício Mello de Alencar e Prof. Dr. Humberto Tonhati, pelas primorosas sugestões.

Aos membros da banca examinadora, Prof.Dr. José Bento Sterman Ferraz, Prof.Dr. José Domingos Guimarães e, novamente, ao Dr. Maurício Mello de Alencar e Prof. Dr. Humberto Tonhati, pelas valiosas sugestões.

Aos amigos do Melhoramento de Jaboticabal, André, Annaíza, Léo, Henry, Eduardo, Márcio, Monyka e Márcio, Raul, Fernando e Roberta, Marcos, Arione e Fábio, Luís, Beto, Augusto e Maria Eugênia, pelos agradáveis momentos de convivência.

Aos amigos do GMA, Preto, Prof. Júlio, Cucco, Minus, Aline, Rachel, Luís, Andrezza, Fernanda, Rafael, Chico, Jane, Prof. Bento, Prof. César e Elisângela por me receberem com tanta amistosidade e por compartilharem seus conhecimentos e amizade.

Aos amigos de Jaboticabal, Ricardo, Sabrina, Kellen, Simone, Marcelo e Michely, Max e Adriana, Simone e Cris (agora em São Carlos), Felipe e Cris (agora em Pirassununga), Mabel (agora em Petrolina), Roberta e Rose, Danilas, Lili e Deny, Neto e Kamila (direto de São José do Rio Preto) e a todos que posso estar involuntariamente esquecendo, ajudaram a fazer de Jaboticabal um lugar inesquecível.

Aos Professores Cocão e César, pelo apoio e orientação à Juliana e agradável convívio durante nossa estadia em Jaboticabal.

Aos amigos e co-autores Victor, pela frutífera parceria, comprometimento e por sua amizade, e Elisângela pela generosa acolhida, ensinamentos e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Domingos Guimarães pela parceria neste trabalho, ensinamento e amizade.

Ao Prof. Dr. Joanir Pereira Eler por seu exemplo, dedicação, amizade e generosa acolhida no GMA e em sua casa.

À Profa. Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque por acreditar em mim e neste projeto, por sua orientação e, principalmente, pela amizade por mim e Juliana.

Aos garçons Cláudio e Bigode, ao Marcão, Thiago e toda família “Mama Mia”, que fizeram da nossa hora de almoço sempre agradáveis.

À família Marinho pela confiança e amizade, em especial, ao Tadeu e Daniel por todo apoio.

Ao Padre Paulo pelo dia mais feliz da minha vida.

À Dona Eisa e as cunhadas Luciana e Carminha pelo carinho e apoio e, em especial, ao meu saudoso sogro Irineu.

À minha irmã, Flávia, por todo seu carinho. Aos queridos sobrinhos, Matheus, Maithê, Marina, Willian, Carol e, a pequenina Laís, pela alegria que trouxe para toda família.

À Juliana, motivo maior da realização deste trabalho, por seu amor, cumplicidade e companheirismo para sempre.

Aos meus pais e tia Filhinha pelo apoio e amor incondicional.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	
Histórico dos estudos com características andrológicas em bovinos.....	02
Volume testicular.....	06
Formato testicular.....	07
Parâmetros genéticos das características seminais.....	08
Objetivos.....	13
REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO 2 - Associações fenotípicas entre características provenientes de exames andrológicos de touros Nelore criados extensivamente	
Resumo.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

CAPÍTULO 3 - Estudo Genético Quantitativo das Características Testiculares de Touros Jovens da Raça Nelore

Resumo.....	55
Introdução.....	56
Material e Métodos.....	57
Resultados e Discussão.....	63
Conclusões.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

CAPÍTULO 4 - Avaliação das Características Morfológicas do Sêmen como Critérios de Seleção de Touros Jovens da Raça Nelore

Resumo.....	74
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	76
Resultados e Discussão.....	81
Conclusões.....	85
REFERÊNCIAS.....	85
IMPLICAÇÕES.....	93

ESTUDO GENÉTICO QUANTITATIVO DAS CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE TOUROS JOVENS DA RAÇA NELORE

RESUMO – Diante do grande impacto da fertilidade dos touros sobre as eficiências reprodutiva e produtiva em rebanhos comerciais, o presente trabalho foi realizado visando avaliar as características testiculares e seminais como critérios de seleção de touros jovens da raça Nelore. As correlações fenotípicas foram, de modo geral, baixas ou nulas ($P < 0,01$) entre as características testiculares, seminais e de crescimento. Todas as características testiculares ou seminais deverão ser contempladas no exame andrológico, visto a independência existente entre as mesmas e a importância destas na comprovação da fertilidade de touros. Os componentes de (co)variância e os valores genéticos foram estimados pelo método da amostragem de Gibbs pelo programa GIBBS2F90, sob modelo animal, o qual incluiu como efeitos fixos, os grupos de contemporâneos e a idade do animal e como aleatório o efeito genético aditivo direto. As estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal aos 18 meses, perímetro escrotal no andrológico, volume testicular, formato testicular, aptidão andrológica, defeitos espermáticos maiores, menores e totais foram: 0,42; 0,41; 0,23; 0,22; 0,10; 0,16; 0,04 e 0,15. As correlações genéticas entre perímetro escrotal aos 18 meses com as demais características testiculares e aptidão andrológica foram baixas a altas, de 0,20 a 0,84 e, baixas com as seminais, de -0,16 a -0,24. A circunferência escrotal como critério de seleção deverá promover ganho genético rápido por seleção individual e, por resposta correlacionada, aumento do volume testicular, mudança para formas mais esféricas dos testículos, melhoria da qualidade seminal e aumento do número de animais aptos à reprodução nas condições extensivas de criação no Brasil.

Palavras-chave: herdabilidade, correlação genética, perímetro escrotal, motilidade espermática, defeitos espermáticos, exame andrológico.

QUANTITATIVE GENETIC STUDY OF ANDROLOGIC TRAITS IN NELLORE YOUNG BULLS

SUMMARY – Considering the great impact of fertility of bulls on reproductive and productive efficiency in commercial herds, the objective of this study was to evaluate the testicular and seminal traits as selection criteria of Nelore young bulls. The residual correlations between the traits were analyzed and, in general, the phenotypic associations were small ($P < 0.01$) or null between the testicular, seminal and growth traits. The testicular or seminal traits should be considered in breeding soundness examination, due to their independence of each other and the importance to fertility of bulls. The genetic (co)variance components and genetic values were estimated by the Gibbs sampling method, using the program GIBBS2F90, under an animal model, which included, as fixed effects, the contemporary groups and animal age and, as random effect, the additive genetic effect. The heritability estimates for scrotal circumference at 18 months, scrotal circumference, testicular volume, testicular format, breeding soundness classification, major sperm defects, minor and total sperm defects were: 0.42, 0.41, 0.23, 0.22, 0.10., 0.16, 0.04 and 0.15. Genetic correlations between scrotal circumference at 18 months and others testicular traits and breeding soundness classification were low to high (0.20 to 0.84) and, with seminal traits was low (-0.16 to -0.24). The scrotal circumference as a selection criterion should result in rapid genetic gain by individual selection, and as correlated response, should result in testicular volume, changes to more spherical shapes of the testicles, improved sperm quality and increased number of satisfactory bulls for breeding under extensive conditions in Brazil.

Keywords: heritability, genetic correlation, scrotal circumference, sperm motility, sperm defects, breeding soundness.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os impactos do aumento da fertilidade e da popularização do uso de animais geneticamente selecionados para características de interesse econômico tendem a ser bastante significativos nos ganhos em produtividade diante do atual cenário pecuário nacional. No Brasil, estima-se que no rebanho efetivo de 169,8 milhões de bovinos, 45,3% ou 76,9 milhões sejam matrizes em idade reprodutiva (ANUALPEC, 2008). Dado o volume de 7,5 milhões de doses comercializadas (ASBIA, 2007), a biotécnica da inseminação artificial encontra-se restrita a menos de 5% deste número de matrizes. Considerado uma relação de reprodutor por número de matrizes de 1:30 e vida média por reprodutor de 5 anos, estima-se uma demanda anual superior a 487 mil touros necessários para a cobertura de mais de 73,1 milhões de fêmeas bovinas no regime de monta natural.

Diante deste cenário, importantes problemas são diagnosticados como: oferta insuficiente de touros geneticamente selecionados pelos programas de melhoramento nacionais e ausência de avaliação andrológica em um grande número dos touros comercializados anualmente. Assim, perdas de potencial de ganhos em produtividade poderiam ser expressivamente minimizadas pela eliminação de touros com baixa capacidade reprodutiva e, principalmente, pela utilização de touros com avaliação genética desejável para as características economicamente importantes.

As características reprodutivas são utilizadas como critérios de seleção em busca do incremento da precocidade sexual e da fertilidade, propiciando o aumento da taxa de desfrute e do número de animais disponibilizados para seleção em rebanhos comerciais. A inclusão e o estudo dessas características em distintos programas de melhoramento genético são decorrentes, principalmente, de registros de ocorrências reprodutivas de fêmeas, dentre as quais se destacam a idade ao primeiro parto (PEREIRA et al., 2002, DIAS et al., 2004), intervalo de partos (BALIEIRO et al., 2003; GUTIERREZ et al., 2007), número de dias para o parto (PEREIRA et al., 2002; FORNI & ALBUQUERQUE, 2005; MERCADANTE et al., 2005), período de gestação (PEREIRA

et al., 2002; ROCHA et al., 2005), longevidade reprodutiva ou “stayability” (FORMIGONI et al., 2005; VAN MELIS et al., 2007) e a probabilidade de prenhez aos 14 meses (SILVA et al., 2005; ELER et al., 2006).

Nos machos, o perímetro escrotal, amplamente estudado, é a principal característica reprodutiva incluída nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte. O perímetro escrotal é facilmente mensurado e geneticamente correlacionado com libido (SARREIRO et al., 2002; QUIRINO et al., 2004), produção espermática (QUIRINO et al., 2004, KEALEY et al., 2006), qualidade seminal (QUIRINO et al., 2004, KEALEY et al., 2006), além do peso corporal (QUIRINO et al., 1998; QUIRINO et al., 2004, KEALEY et al., 2006). O principal destaque dado ao perímetro escrotal, no entanto, refere-se à sua correlação genética favorável com a precocidade sexual das fêmeas aparentadas (SILVA et al., 2005; ELER et al., 2006), possibilitando que seja utilizado como critério de seleção visando ao melhoramento da fertilidade em ambos os sexos. Em adição, o rápido ganho genético na seleção é esperado, devido às elevadas magnitudes dos valores de herdabilidade (QUIRINO et al., 2004; ELER et al., 2006; BOLIGON et al., 2007).

O exame andrológico é composto pelas avaliações física e morfológica do sêmen, exame clínico dos órgãos genitais, incluindo os testículos, e testes de comportamento sexual. Porém, poucas pesquisas avaliaram, no âmbito genético, as características andrológicas que poderiam contribuir para planos de melhoramento mais adequados, especialmente em sistemas de produção com utilização de monta natural, em que a fertilidade dos touros é fundamental na produtividade e rentabilidade dos mesmos. Dentre as principais causas para o reduzido número de artigos científicos sobre o tema, destacam-se limitações de ordem prática, tais como: necessidade de conhecimento e capacitação técnica para a realização dos exames andrológicos e indisponibilidade de bancos de dados compostos por registros consistentes. Soma-se ainda, o fato de algumas das características andrológicas serem de natureza categórica e dotadas de avaliações subjetivas (motilidade e vigor espermáticos, como exemplo), exigindo padronização na determinação dos escores e adequação nos procedimentos estatísticos e computacionais para a estimativa dos parâmetros genéticos.

Por outro lado, os arquivos de dados andrológicos tendem a ser cada vez mais robustos pela crescente demanda do exame andrológico no período de pré-comercialização de touros avaliados geneticamente, pois além de ser pré-requisito para a determinação da aptidão reprodutiva é também empregado como apelo de *marketing* para a comercialização (KEALEY et al., 2006). A importância de se estimar herdabilidade e associações genética, fenotípica e ambiental entre as características andrológicas e destas com outras de interesse econômico foi considerada em diversos estudos (SMITH et al., 1989; DIAS et al., 2006; FOLHADELLA et al., 2006; KEALEY et al., 2006). Assim, o conhecimento das estimativas de parâmetros genéticos das características seminais, testiculares e de comportamento sexual decorrentes do exame andrológico poderá promover direcionamento mais adequado da seleção para fertilidade em rebanhos comerciais.

Histórico dos estudos com características andrológicas em bovinos

O exame andrológico objetiva a avaliação clínica dos órgãos genitais e o espermiograma, que consiste dos exames físico do ejaculado e de morfologia das células espermáticas. No Brasil, os padrões seminais desejáveis para efeito de seleção de touros para monta natural foram preconizados pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (HENRY & NEVES, 1998). Conforme estes critérios, para que o reprodutor seja considerado apto deve possuir os padrões mínimos de 70% de motilidade espermática progressiva retilínea (0-100%), escore 3 de vigor espermático (0-5), escore 3 de turbilhonamento ou movimento em massa (0-5) e o máximo de 30% de total de espermatozoides anormais. O perímetro escrotal também é determinante na classificação de touros jovens submetidos à avaliação andrológica e diferentes padrões de medidas mínimas são preconizados em conformidade com a idade e subespécie animal (*Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*) (HENRY & NEVES, 1998). Desta forma, os componentes dos exames andrológicos provêm uma série de características, que inseridas a banco de dados, poderão ser analisadas no âmbito da genética quantitativa, desde que, as informações de paternidade dos animais estejam presentes.

Das publicações científicas disponíveis, as características andrológicas de bovinos e de aves são as mais difundidas. Estudos genéticos foram conduzidos em outras espécies domésticas, como em suínos (OH et al., 2003; ROBINSON & BUHR, 2005; SMITAL et al., 2005; OH et al., 2006; WOLF, 2008), ovinos (REGE et al., 2000; SNOWDER et al., 2004; DAVID et al., 2007), caprinos (FURSTOSS et al., 2007), coelhos (BRUN et al., 2002; GARCÍA-TOMÁZ et al., 2006; LAVARA et al., 2008a; LAVARA et al., 2008b) e eqüinos (VAN ELDIK et al., 2006), sobretudo com características seminais. Dentre os primeiros relatos em bovinos, com estimativas de parâmetros genéticos de características andrológicas, destacaram-se os trabalhos de ABADIA et al. (1976) e COULTER et al. (1976), seguidos por SCHLOTE & MUNKS (1980), que as associaram a dados de fertilidade a campo. Outros estudos com touros doadores de sêmen de raças européias foram publicados em sequencia, cujas estimativas de herdabilidade foram de moderadas a altas magnitudes para as características de produção espermática, com expectativa de inclusão dessas como critérios de seleção (OUALI, 1984; KNIGHTS et al., 1984; CHANDLER et al., 1985; TAYLOR et al., 1985; STALHÅMMAR et al., 1989; DUCROCQ & HUMBLLOT, 1995; DUCROCQ & HUMBLLOT, 1998).

No Brasil, QUIRINO (1999) reportou estimativas de herdabilidade e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido de dados provenientes de touros da raça Nelore. VALE FILHO et al. (1999), além das características estudadas por QUIRINO (1999), também estimaram herdabilidade e correlações genéticas envolvendo um índice de aptidão andrológica baseado em pontos (Classificação Andrológica por Pontos - CAP). MARTINEZ et al. (2000) analisaram registros de exames andrológicos, de diferentes centrais de inseminação artificial, e estimaram herdabilidade e correlações genéticas para perímetro escrotal, concentração espermática, aspectos físicos e morfológicos do sêmen em touros da raça Gir. SARREIRO et al. (2002) e QUIRINO et al. (2004) reportaram parâmetros genéticos de libido, além de características seminais, perímetro escrotal e peso corporal em touros da raça Nelore. Outros trabalhos, nesta mesma raça, estimaram herdabilidade e correlações genéticas entre características ponderais, de biometria testicular e

espermograma (SILVEIRA, 2004; DIAS et al., 2006). Em uma população de bovinos compostos, FERNANDES JÚNIOR (2006) estimou parâmetros genéticos para perímetro escrotal, volume testicular e aptidão reprodutiva em 3.636 touros. Recentemente, SILVA et al. (2008) estimaram herdabilidade e correlações genéticas de características seminais, testiculares e aptidão reprodutiva, tendo o perímetro escrotal aos 18 meses como característica âncora, com mais de 17.500 touros jovens da raça Nelore.

De modo geral, os artigos sobre estimativas de parâmetros genéticos das características andrológicas foram sumarizados em características testiculares decorrentes do exame clínico dos testículos e bolsa escrotal, características seminais obtidas no espermograma e a libido observada em teste específico de comportamento sexual.

Parâmetros genéticos das características testiculares

Perímetro Escrotal

O perímetro escrotal é a característica reprodutiva mais utilizada em programas de melhoramento genético de bovinos. No entanto, outras características testiculares mensuradas no exame andrológico, tais como consistência (COULTER et al., 1976; DIAS et al., 2006), volume (TOELLE & ROBINSON, 1985; DUCROCQ & HUMBLLOT, 1995; DIAS et al., 2006) e peso dos testículos (OYEYEMI & EUNICE, 2006) têm sido consideradas em estudos genéticos.

Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal foram de moderada a alta magnitude (QUIRINO & BERGMANN, 1998; ELER et al., 2004; FORNI & ALBUQUERQUE, 2005; ELER et al., 2006), sendo facilmente mensurado a baixo custo, além de estar geneticamente associado de modo favorável com a fertilidade de fêmeas (BRINKS et al., 1978; MORRIS et al., 1992; VARGAS et al., 1998; MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ et al., 2003; ELER et al., 2004; FORNI & ALBUQUERQUE, 2005), com

características de crescimento (BOURDON & BRINKS, 1986; SMITH et al., 1989; ELER et al., 1996; KEETON et al., 1996; QUIRINO & BERGMANN, 1998) e características indicadoras da qualidade seminal (NEELY et al., 1982; KNIGHTS et al., 1984; SMITH et al., 1989; KEALEY et al., 2006).

A importância do conhecimento de características biométricas testiculares alternativas ou complementares ao perímetro escrotal, segundo alguns autores, estaria no fato desta característica não ser uma medida real da massa testicular, não considerar a variação individual na forma dos testículos, e ainda ter a parede da bolsa escrotal erroneamente somada (BAILEY et al., 1998; VIU et al., 2006). Além disso, alguns estudos não apontaram o perímetro escrotal como preditor da produção espermática e fertilidade em touros jovens (MAKARECHIAN & FARID, 1985; COULTER & KOZUB, 1989; THOMPSON & JONHSON, 1995). As estimativas de herdabilidade para esta característica oscilaram nestes estudos de 0,36 a 0,64, portanto, passível de ganho genético rápido pela seleção individual.

TOELLE & ROBINSON (1985) relataram estimativas de herdabilidade para as medidas biométricas testiculares, incluindo o volume testicular, de moderadas a altas e obtiveram correlações genéticas favoráveis com taxa de prenhez e com idade ao primeiro parto em fêmeas de corte. VIU et al. (2006) concluíram que, além do perímetro escrotal, o volume, peso e formato testicular podem ser parâmetros úteis na seleção de reprodutores, embora tenham ressaltado o reduzido número de estudos que correlacionaram às variações normais do formato testicular à produção e qualidade espermática, especialmente sobre as características do sêmen de *Bos taurus indicus*.

Volume testicular

O volume testicular é uma das características associadas ao desempenho reprodutivo dos machos (BAILEY et al., 1998; QUIRINO, 1999; UNANIAM et al., 2000). Para alguns autores, o volume testicular seria a medida mais adequada para representar a produção espermática, sobretudo em raças zebuínas cujo formato testicular é mais alongado (BAILEY et al., 1996; UNANIAM et al., 2000). A partir do

comprimento e da largura são calculados tanto o volume como o peso testicular (FIELDS et al., 1979; BAILEY et al., 1996). Do ponto de vista prático, a obtenção destas medidas para o cálculo do volume testicular é mais trabalhosa do que a mensuração do perímetro escrotal, todavia, mensurações acuradas poderiam ser realizadas na rotina do exame andrológico.

Conforme observações de TOELLE & ROBINSON (1985), baseadas nos estudos de PELLETIER et al. (1981) e NELLY et al. (1982), o desenvolvimento testicular é intimamente dependente do crescimento ou ganho de peso corpóreo no período pré-púbere, e num segundo momento, torna-se mais dependente de uma complexa interação de mecanismos hormonais. Neste contexto, o volume testicular mostrou-se um bom indicador do desenvolvimento testicular e da produção espermática em touros jovens que atingiram a puberdade, condição não evidenciada em machos adultos em face da baixa correlação entre os pesos corporal e testicular e a produção de espermatozóides (WILLET & OHMS, 1957; BAILEY et al., 1996). Todavia, ressalva-se o efeito ambiental afetando o desenvolvimento testicular, sobretudo o nutricional interferindo no peso corporal (FIELDS et al., 1979; SILVA et al., 1991; BROWNING et al., 1997; UNANIAM et al., 2000). Sugeriu-se, desta forma, que as mensurações de biometria testicular deveriam ocorrer após a puberdade, identificando de forma indireta os indivíduos de maior potencial de produção quantitativa e qualitativa de sêmen.

Estimativas de herdabilidade relatadas para volume testicular são de magnitude moderada a alta. Na raça Hereford, TOELLE & ROBINSON (1985) estimaram coeficientes de herdabilidade de 0,34 aos 205 dias, de 0,21 aos 365 dias e de 0,34 para o período de crescimento (205 aos 365 dias). LUNSTRA et al. (1988) obtiveram estimativa de herdabilidade de 0,37 em touros jovens de diferentes raças européias britânicas e continentais (*Bos taurus taurus*). DUCROCQ & HUMBLLOT (1995) encontraram herdabilidade de 0,65 na raça Normanda. No Brasil, QUIRINO (1999) relatou magnitudes de moderada a alta, de 0,30 e 0,50, para estimativas de herdabilidade para volume testicular na raça Nelore. Em touros jovens compostos, FERNANDES JÚNIOR (2006) estimou herdabilidade de 0,22 para a mesma característica.

Analisando as correlações genéticas envolvendo volume testicular, DIAS et al. (2006) apontaram a importância do desenvolvimento testicular na constituição do índice de classificação andrológica por pontos (CAP) proposto por VALE FILHO et al. (1989) e VALE FILHO et al. (1991). Os autores descreveram elevados valores de correlação genética de 0,99 do volume com o perímetro escrotal e 0,71 do volume testicular com CAP em touros da raça Nelore.

Diante dos coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas obtidas em diferentes trabalhos, justifica-se a continuidade de pesquisas sobre estimativas de parâmetros genéticos incluindo o volume testicular, principalmente, com bancos de dados que envolvam grande número de registros, visto que esta característica poderá ser vantajosa como critério de seleção para aumento da fertilidade.

Formato testicular

A caracterização do formato testicular visa à obtenção de novos conceitos para auxiliar a avaliação de reprodutores. BAILEY et al. (1996) verificaram que touros com menor perímetro escrotal e testículos mais alongados poderiam ter maior volume e/ou peso testicular do que outros dotados de formatos ovóide ou esférico e com produção espermática comparável àqueles de maior diâmetro.

As formas testiculares ovóides são mais incidentes em *Bos taurus taurus* ao passo que em *Bos taurus indicus* as alongadas são predominantes (BAILEY et al., 1996; UNANIAN et al., 2000; SILVEIRA, 2004), o que repercute em perímetros escrotais menos expressivos em zebuínos comparado a taurinos (UNANIAN et al., 2000). Por outro lado, testículos alongados apresentaram maior superfície de contato com distribuição mais uniforme dos vasos sanguíneos e tecido espermático, maior gradiente de temperatura entre os pólos testiculares, menor temperatura média no micro ambiente intra-testicular, otimização da termorregulação e, conseqüentemente, melhores padrões seminais em condições ambientais tropicais (KASTELIC et al., 1997; BAILEY et al., 1996, LUNSTRA & COULTER, 1997; FERNANDES JÚNIOR, 2006). Assim, quando expostos a ambientes de alta temperatura, o decréscimo na qualidade

espermática é menos freqüente e intenso em touros *Bos taurus indicus*, além destes se recuperarem mais rapidamente, quando comparados com touros *Bos taurus taurus* e cruzados (BRITO et al., 2004).

Embora seja potencialmente interessante, é rara publicação científica com estimativas de parâmetros genéticos do formato testicular em bovinos.

Parâmetros genéticos das características seminais

O espermiograma e avaliação física do sêmen, além das avaliações dos órgãos genitais e dos aspectos clínicos gerais, são partes integrantes do exame andrológico utilizado na aferição da capacidade ou aptidão reprodutiva de touros (FONSECA et al., 1997; KEALEY et al., 2006). SÖDERQUIST et al. (1996) e PEET et al. (1998) verificaram que tanto a motilidade progressiva retilínea quanto a morfologia espermática possuíram significativas correlações com a fertilidade de touros. REGE et al. (2000) relataram que o conhecimento do perfil quantitativo e qualitativo da produção seminal de reprodutores, dotados de alta fertilidade e superiores geneticamente, é importante no incremento da fertilidade geral do rebanho.

As características seminais são afetadas por diferentes fatores, como idade do animal (CHACÓN et al., 2002; GODFREY & DODSON, 2005; FUERST-WALTL et al., 2006), composição racial (CHACÓN et al., 2002; SYLLA et al., 2007), endogamia no rebanho (SMITH et al., 1989; GODFREY & DODSON, 2005), sazonalidade (EVERETT et al., 1978; BARTH & WALDNER, 2002) e número de ejaculados e período entre coletas de sêmen (MATHEVON et al., 1998; KAPŠ et al., 2000; CHACUR et al., 2006). Para HIGDON III et al. (2000), dentre os fatores mencionados, a idade do touro é o componente de maior impacto na aptidão reprodutiva, dadas as alterações fisiológicas que ocorrem em detrimento da maturidade sexual e senilidade dos animais, consideração também destacada por DUCROCQ & HUMBLLOT (1998). Portanto, quadros espermáticos desfavoráveis são mais incidentes em touros púberes (FRENEAU et al., 2006) e velhos (GODFREY & DODSON, 2005).

As associações fenotípicas das características biométricas testiculares, principalmente o perímetro escrotal, com características seminais foram estudadas por diferentes autores. GODFREY & DODSON (2005) observaram melhor motilidade e menor incidência de patologias espermáticas com o aumento do perímetro escrotal. Em touros da raça Nelore, VIU et al. (2006) relataram correlação negativa entre os defeitos espermáticos com o volume e formato testiculares, além do perímetro escrotal.

Poucos relatos de estimativas de parâmetros genéticos para características seminais, principalmente em touros de raças zebuínas, foram encontrados. Nestes trabalhos, características de produção e qualidade do sêmen foram contempladas como: concentração espermática, volume do ejaculado, turbilhonamento, motilidade e vigor espermáticos e anormalidades dos espermatozóides. Na maioria dos estudos, as estimativas de herdabilidade encontradas foram de baixa magnitude, o que indicou pequeno componente genético aditivo (SARREIRO et al., 2002, GREDLER et al., 2007). No entanto, alguns trabalhos estimaram valores moderados a altos de herdabilidade (STÅLHAMMAR et al., 1989; DUCROCQ & HUMBLOT, 1995; MATHEVON et al., 1998). Exemplos disto, alguns pesquisadores reportaram herdabilidade próxima à zero para concentração espermática (SCHLOTE & MUNKS, 1980; MAKULSKA et al., 1993; MATHEVON et al., 1998), enquanto outros como DUCROCQ & HUMBLOT (1995) e KAPŠ et al. (2000) estimaram herdabilidade de alta e moderada magnitude, 0,37 e 0,26, respectivamente.

Na raça Simental, KAPŠ et al. (2000) e GREDLER et al. (2007) relataram herdabilidade para volume seminal de baixa e moderada magnitude, 0,04 e 0,18, respectivamente. DUCROCQ & HUMBLOT (1995) e MATHOVAN et al. (1998), em raças francesas, estimaram valores elevados de herdabilidade para a mesma característica, 0,49 e 0,65, respectivamente. Estes autores ponderaram sobre a inclusão do volume seminal e concentração espermática em análises genéticas devido a variação entre ejaculados de um mesmo touro. Neste caso, a definição do método de coleta do sêmen é fator importante, pois o aumento do volume e diminuição da concentração espermática é esperado no método de eletro-ejaculação quando comparado ao método de vagina artificial.

Das características que integram o exame físico do sêmen, KEALEY et al. (2006), na raça Hereford, estimaram valor moderado de herdabilidade (0,22) para motilidade espermática. Outros estudos apresentaram estimativas de herdabilidade de baixa magnitude para motilidade espermática, cujos valores oscilaram entre 0,01 e 0,16 (GOERK et al., 1970; QUIRINO, 1999; SARREIRO et al., 2002; DIAS et al., 2006). Os relatos de estimativas de herdabilidade para vigor espermático e turbilhonamento foram também discrepantes. Alguns autores descreveram baixa magnitude para vigor espermático, como SARREIRO et al. (2002) e DIAS et al. (2006), de 0,03 e 0,08, respectivamente, enquanto QUIRINO et al. (1999) descreveram valor expressivamente mais alto (0,55).

As estimativas de herdabilidade relatadas para os defeitos espermáticos oscilaram de baixa a moderada magnitude. KEALEY et al. (2006) encontraram herdabilidade de 0,30 e 0,33 para defeitos espermáticos primários e secundários, respectivamente. SMITH et al. (1989) relatam herdabilidade de 0,31 para defeitos espermáticos primários, porém de 0,02 para os secundários. Quando considerada a aptidão reprodutiva, isto é, a condição do touro estar apto ou satisfatório à reprodução pela avaliação andrológica, VALE FILHO et al. (1999) encontraram herdabilidade de elevada magnitude (0,75) para o índice CAP, que os autores colocaram como referência na seleção de futuros reprodutores. De forma divergente, DIAS et al. (2006) estimaram herdabilidade de baixa magnitude para o mesmo índice (0,10) e concluíram para o baixo progresso genético na adoção deste índice como critério de seleção.

Além das estimativas de herdabilidade, as correlações genéticas são imprescindíveis para definirem estratégias de melhoramento. REGE et al. (2000) observaram que o percentual de anormalidades espermáticas foi negativamente correlacionado com motilidade e turbilhonamento, além do volume de sêmen e concentração espermática, tanto por associação fenotípica quanto genética.

Outras características andrológicas, como a libido e PE, foram correlacionadas geneticamente às seminais. QUIRINO et al. (2004) descreveram que touros de maior libido apresentam baixo percentual de anormalidades espermáticas, visto que as características morfológicas possuíram correlação genética favorável com a libido. Os

autores também encontraram associação genética alta e negativa entre volume seminal e motilidade espermática com libido.

Correlações genéticas favoráveis entre perímetro escrotal e características de motilidade e morfologia espermática foram estimadas em distintos trabalhos. As magnitudes das correlações genéticas entre perímetro escrotal e motilidade espermática foram de moderada, como 0,34 obtida por KEALEY et al. (2006), a alta, como 0,72 obtida por DIAS et al. (2006). Entre perímetro escrotal e defeitos espermáticos, as magnitudes também oscilaram, de -0,12 a -0,67, portando, de baixa a alta (DIAS et al., 2006; KEALEY et al., 2006). VALE FILHO et al. (1999), em touros da raça Nelore, encontraram correlações genéticas favoráveis entre o índice de classificação andrológica (CAP) com motilidade, vigor e turbilhonamento, bem como com defeitos espermáticos e peso corporal.

Deste modo, as análises genéticas de arquivos com grande número de informações das características físicas e morfológicas do sêmen poderão contribuir para a validação de trabalhos científicos realizados e concluir sobre novos critérios de seleção para fertilidade.

Objetivos

Dado que o exame andrológico é essencial na determinação do potencial reprodutivo de touros jovens, as estimativas de herdabilidade e correlação genética das características andrológicas que poderão ser credenciadas como critérios de seleção para aumento da fertilidade de rebanhos comerciais. Desta forma, este estudo tem por objetivos descrever o perfil e associações fenotípicas das variáveis andrológicas; avaliar a potencialidade das principais características integrantes do exame andrológico como critérios de seleção para fertilidade na raça Nelore, por meio de estimativas dos parâmetros genéticos das características testiculares (perímetro escrotal aos 18 meses, perímetro escrotal no exame andrológico, volume e formatos testiculares), morfológicas seminais (defeitos espermáticos menores, maiores e totais) e aptidão ou classificação andrológica.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC - **Anuário da Pecuária Brasileira**. 1. ed. São Paulo, Instituto FNP, 2008. 332p.

ASBIA. **Relatório Estatístico de produção, importação e comercialização de sêmen - 2007**. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/download/mercado/relatorio2007.pdf>>. Acessado em: fevereiro, 2009.

ABADIA, D.; BRINKS, J.S.; CARROLL, E.J. Genetics of seminal traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 42, p. 1552, 1976.

ALENCAR, M.M. Critérios de Seleção e a moderna pecuária bovina de corte brasileira. In: IV Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 4., 2002, Belo Horizonte: SBMA, 2002, p. 76-92.

ANDRADE, V.J.; SALVADOR, D.F.; VALE FILHO, V.R.; QUIRINO, C.R.; NOGUEIRA, L.A.G. Perfil andrológico de touros da raça Nelore de dois e três anos de idade, criados extensivamente em condições do estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 2, p.182-184, 2001.

BAILEY, T.L.; MONKE, D.R.; HUDSON, R.S.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L.; RIDDELL, G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, p. 881-887, 1996.

BAILEY, T.L.; HUDSON, T.A.; POWE, T.A.; RIDDELL, M.G.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, p. 581-94, 1998.

BALIEIRO, E.S.; PEREIRA, J.C.C.; VERNEQUE, R.S.; BALIEIRO, J.C.C.; VALENTE, J. Estimativas de herdabilidade e correlações fenotípicas, genéticas e de ambiente entre algumas características reprodutivas e produção de leite na raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 85-91, 2003.

BARTH, A.D.; OKO, R.J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Iowa State University Press / AMES, 1989. 285p.

BARTH, A.D.; WALDNER, C.L. Factors affecting breeding soundness classification of bulls examined at the Western College of Veterinary Medicine. **Canadian Veterinary Journal**, v. 43, p. 274-284, 2002.

BLOM, E. The ultrastructure of some characteristics sperm defects and a proposal for a new classification on the bull spermogram. **Nordisk Veterinärer Medicin**, v. 25, p. 383-391, 1973.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 565-571, 2007.

BOURDON R.M.; BRINKS, J.S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. **Journal of Animal Science**, v. 62, p. 958-967, 1986.

BONGALHARDO, D.C.; DIONELLO, N.J.L.; LEDUR, M.C. Parâmetros genéticos para caracteres de sêmen de aves White Leghorn. 1. Herdabilidade e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1320-1326, 2000.

BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; BARBOSA, R.T.; KASTELIC, J.P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with

scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**, v. 61, p. 511-528, 2004.

BROWNING, JR. R.; WARRINGTON, B.G.; HOLLOWAY, J.W.; RANDEL, R.D. Testicular size at weaning in tropically-adapted beef bulls as influenced by breed of sire and dam. **Theriogenology**, v. 48, p. 257-265, 1997.

BRUN, J.M.; THEAU-CLEMENT, M.; BOLET, G. Evidence for heterosis and maternal effects on rabbit semen characteristics. **Animal Research**, v. 51, p. 433-442, 2002.

CHACÓN, J.; PÉREZ, E.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, H. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermiogramme parameters of extensively reared Brahman (*Bos indicus*) bulls in the tropics. **Theriogenology**, v. 58, p. 41-50, 2002.

CHACUR, M.G.M.; ARAÚJO, M.C.; KRONKA, S. Características seminais, corpóreas e anatômicas do aparelho reprodutor de reprodutores da raça Canchim aos 14 e 48 meses de idade. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 9, p. 21-27, 2006.

CHANDLER, J.E.; ADKINSON, R.W.; HAY, G.M.; CRAIN, R.L. Environmental and genetic sources of variation for seminal quality in mature Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 1270-1279, 1985.

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. 1757-1766, 1989.

COULTER, G.H.; MAPLETOFT, R.J.; KOZUB, G.C.; CATES, W.F. Scrotal circumference of two-year-old bulls of several beef breeds. **Theriogenology**, v. 27, p. 483-491, 1987.

DAVID, I.; DRUART, X.; LAGRIFFOUL, G.; MANFREDI, E.; ROBERT-GRANIÉ, C.; BODIN, L. Genetic and environmental effects on semen traits in Lacaune and Menech tête rousse AI rams. **Genetics Selection Evolution**, v. 39, p. 405-419, 2007.

DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; FRIDRICH, A.B.; SALVADOR, D.F.; VALE FILHO, V.R.; CORRÊA, A.B.; SILVA, M.R. Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Nelore, de dois e três anos de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 388-393, 2006.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1878-1882, 2003.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeito da exposição de novilhas à reprodução e estimativas de herdabilidade a idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 370-373, 2004.

DUCROCQ, V.; HUMBLOT, P. Genetic characteristics and evolution of semen production of young Normande bulls. **Livestock Production Science**, v. 41, p. 1-10, 1995.

ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, P.R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, p. 203-213, 1996.

ELER, J. P.; SILVA, J.A. II V.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H.N.; EVANS, J.L.; GOLDEN., B.L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nellore heifers. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 951-954, 2002.

ELER, J. P.; SILVA, J. A. I. I. V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2519-2527, 2004.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E.C.; MOURÃO, G.B. Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at 15 and 18 months of age in Nellore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, p. 565-570, 2006.

FIELDS, M.J.; BURNS, W.E.; WARNICK, A.C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 48, p. 1299-1304, 1979.

FERNANDES JÚNIOR, J.A. **ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PERÍMETRO ESCROTAL, VOLUME TESTICULAR E APTIDÃO REPRODUTIVA E DE BIOMETRIA TESTICULAR EM UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS COMPOSTOS.** 2006. 56 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

FOLHADELLA, I.M.; SÁ, W.F.; FERREIRA, A.M.; CAMARGO, L.S.A.; VIANA, J.H.M.; RAMOS, A.A.; SILVA, M.V.G.B. Características andrológicas de touros da raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 809-815, 2006.

FONSECA, V.O.; BERGMANN, J.A.G.; FRANCO, C.S. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 49, p. 53-62, 1997.

FORDYCE, G.; FITZPATRICK, L.A.; COOPER, N.J.; DOOGAN, V.J.; DE FAVERI, J.; HOLROYD, R.G. Bull selection and use in Northern Australia 5. Social behavior and management. **Animal Reproduction Science**, v. 71, p. 81-99, 2002.

FORMIGONI, I.B.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, J.A.II.V.; ELER, J.P.; BRUMATTI, R.C. Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez aos 14 meses em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 220-226, 2005.

FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1511-1515, 2005.

FRENEAU, G.E.; VALE FILHO, V.R.; MARQUES JR., A.P., W.S. MARIA, W.S. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 1107-1115, 2006.

FROMAN, D.P.; PIZZARI, T.; FELTMANN, A.J.; CASTILLO-JUAREZ, H.; BIRKHEAD, T.M.R. Sperm mobility: mechanisms of fertilizing efficiency, genetic variation and phenotypic relationship with male status in the domestic fowl, *Gallus gallus domesticus*. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 269, p. 607-612, 2002.

FUERST-WALTL, B.; SCHWARZENBACHER, H.; PERNER, C.; SÖLKNER, J. Effect of age and environmental factors of semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 95, p. 27-37, 2006.

GODFREY, R.W.; DODSON, R.E. Breeding soundness evaluations of Senepol bulls in US Virgin Islands. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1520-1529, 1990.

GOERK, T.P.; THRIFT, F.A.; DUTT, R.H. Heritability of semen traits and their relation to fertility in Southdown sheep. **Journal of Animal Science**, v. 31, p. 445-450, 1970.

GUTIERREZ, J.P.; GOYACHE, F.; FERNANDEZ, I.; ALVAREZ, I.; ROYO, L.J. Genetic relationships among calving ease, calving interval, birth weight, and weaning weight in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 69-75, 2007.

HENRY, M.; NEVES, J.P. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2.ed. Belo Horizonte: **CBRA**, 1998. 49p.

HIGDON III, H.L.; SPITZER, J.C.; HOPKINS, F.M.; BRIDGES JR., W.C. Outcomes of breeding soundness evaluation of 2898 yearling bulls subjected to different classification systems. **Theriogenology**, v. 53, p. 1321-1332, 2000.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal/testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. **Animal Reproduction Science**, v. 45, p. 255-261, 1997.

KEALEY, C.G.; MACNEIL, M.D.; TESS, M.W.; GEARY, T.W.; BELLOWS, R.A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 283-290, 2006.

KEETON, L.L.; GREEN, R.D.; GOLDEN, B.L.; ANDERSEN, K.J. Estimation of variance components and prediction of breeding values for **scrotal** circumference and weaning weight in Limousin cattle. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 31-36, 1996.

KNIGHTS, S. A.; BAKER, R. L.; GIANOLA, D.; GIBB, J.B. Estimates of heritabilities and genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 887-893, 1984.

LAVARA, R.; GARCÍA, M.L.; TORRES, C.; VICENTE, J.S.; BASELGA, M. Genetic parameters for semen traits of rabbit males: I. Production, morphology, and sperm head morphometry. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 9., 2008, Verona. **Anais...Verona: WRSA, 2008a.** p. 153-158.

LAVARA R., GARCÍA M.L., TORRES C., VICENTE J.S., BASELGA M. 2008. Genetic parameters for semen traits of rabbit males: I. Motility. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 9., 2008, Verona. **Anais...Verona: WRSA, 2008b.** p. 159-162.

LUNSTRA, D.D.; GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V. Heritability estimates and adjustments factors for the effects of bull age and age of dam on yearling testicular size in different breeds of bulls. **Theriogenology**, v. 30, p. 127-136, 1988.

MAKARECHIAN, M.; FARID, A. The relationship between breeding soundness evaluation and fertility of beef bulls under group mating at pasture. **Theriogenology**, v. 23, p. 887-898, 1985.

MARTINEZ, M.L.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L.; PAULA, L.R.O.; CRUZ, M.; CAMPOS, J.P.; RODRIGUES, L.H.; OLIVEIRA, J.; VIEIRA, F.; BRUSCHI, J.H.; DURÃES, M.C. Correlações entre características da qualidade do sêmen e a circunferência escrotal de reprodutores da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 700-706, 2000.

MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ, G.; GREGORY, K.E.; BENNETT, G.L.; VAN VLECK, L.D. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 395-401, 2003.

MERCADANTE, M.E.Z.; RAZOOK, A.G.; MELO, C.M.R.; CYRILLO, J.N.S.; FIGUEIREDO, L.A. Parâmetros genéticos para dias ao parto, data do parto e sucesso ao parto em rebanhos experimentais da raça Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v. 62, p. 1-7, 2005.

MORRIS, C.A.; BAKER, R.L.; CULLEN, N.G. Genetic correlations between pubertal traits in bulls and heifers. **Livestock Production Science**, v. 31, p. 221-233, 1992.

MOURA, A.A.; ERICKSON, B.H. testicular development, histology, and hormone profiles in three yearling Angus bulls with spermatogenic arrest. **Theriogenology**, v. 55, p. 1469-1488, 2001.

NIETO, L. M.; SILVA, L. O. C.; GONDO, A. Análise da curva de crescimento do perímetro escrotal de touros Canchim em diferentes sistemas de criação. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 9, p. 99-103, 2006.

NEELY, J.D.; JOHNSON, B.H.; DILLARD, E.U.; ROBISON, O.W. Genetic parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 55, p. 1033-1040, 1982.

OH, S.H.; SEE, M.T., LONG, T.E.; GALVIN, J.M. Genetic correlations between boar semen traits. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 317, 2003.

OH, S.H.; SEE, M.T., LONG, T.E.; GALVIN, J.M. Genetic parameters for various random regression models to describe total sperm cells per ejaculate over the reproductive lifetime of boars. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 538-545, 2006

OLIVEIRA, M.M.; DIONELLO, N.J.L.; CAMPOS, L.T.; ROTA, E.L. Efeitos de fatores ambientais e herdabilidade no perímetro escrotal em bovinos Hereford. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, p. 353-356, 2004.

OUALI, F. **COMPOSANTE GÉNÉTIQUE DE LA FONCTION SEXUELLE: HÉRITABILITÉ DES CARACTERES DU SPERMOGRAMME ET DE LA MORPHOLOGIE TESTICULAIRE CHEZ LES JEUNES TAURILLONS DE RACE MONTTILIARDE**. 1984. 64 f. Dissertação (Mestrado) - ENVA-UNCEIA, Maisons-Alfort, 1984.

OYEYEMI, M.O.; EUNICE, T.B. Testicular parameters and morphological characteristics of testicular and epididymal spermatozoa of white Fulani bulls in Nigeria. **International Journal of Morphology**, v. 24, p. 175-180, 2006.

PALASZ, A.T.; CATES, W.F.; BARTH, A.D.; MAPLETOFT, R.J. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. **Theriogenology**, v. 42, p. 715-726, 1994.

PARKINSON, J.J. Seasonal variations in semen quality of bulls correlations with environmental temperature. **Veterinary Records**, v. 120, p. 479-482, 1987.

PEET, R.L.; KLUCK, P.; McCARTH, M. Infertility in Murray Gray bulls associated with abaxial and swollen midpiece sperm defects. **Australian Veterinary Journal**, v. 65, p. 359-360, 1998.

PELLETIER, J.; CARREZ-CAMOUS, S.; THIERY, J.C. Basic neuroendocrine events before puberty in cattle, sheep and pigs. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 30, p. 91-102, 1981.

PEREIRA, E; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 703-708, 2002.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G. Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weight in Nelore bulls, using univariate and bivariate animal models. **Theriogenology**, v. 49, p.1389-1396, 1998.

QUIRINO, C.R. **HERDABILIDADES E CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE MEDIÇÕES TESTICULARES, CARACTERÍSTICAS SEMINAIS E LIBIDO EM TOUROS NELORE**. 1999. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; VALE FILHO, V.R.; ANDRADE, V.J.; REIS, S.R.; MENDONÇA, R.M.; FONSECA, C.G. Genetic parameters of libido in Brazilian Nelore bulls. **Theriogenology**, v. 62, p. 1-7, 2004.

REGE, J.E.O.; TOE, F.; MUKASA-MUGERWA, E.; TEMBELY, S.; ANINDO, D.; BAKER, R.L.; LAHLOU-KASSI, A. Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. **Small Ruminant Research**, v. 37, p. 173-187, 2000.

ROBINSON, J.; BUHR, M. Impact of genetic selection on management of boar replacement. **Theriogenology**, v.63, p. 668-678, 2005.

ROCHA, J.C.M.C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M.M.; LÔBO, R.B. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p.784-791, 2005.

SANTOS, N.R. **COMPORTAMENTO SEXUAL DE TOUROS ZEBU (*Bos taurus indicus*) A PASTO**. 2001. 88 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

SANTOS, M.D.; TORRES, C.A.A.; GUIMARÃES, J.D.; PEREIRA, J.C.; MACHADO, G.V. Sêmen e circunferência escrotal de touros zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 627-632, 1998.

SARREIRO, L.C.; BERGMANNI, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; PINEDA, N.R.; FERREIRA, V.C.P.; SILVA, M.A. Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, p. 602-608, 2002.

SCHLOTE, W.; MUNKS, J. Population parameters of semen characteristics and non return rates of test bulls. In: Jahrestagung der Europtischen vereinsung fiir Tierzucht, 31., 1980, Miinchen. **Anais...** Miinchen: Deutsche Gesellschaft fur Ziietungskunde/AGSA, 1980. p.408.

SIDDIQUI, M.A.R.; BHATTACHARJEE, J.; DAS, Z.C.; ISLAM, M.M.; ISLAM, M.A.; HAQUE, M.A.; PARRISH, J.J.; SHAMSUDDIN, M. Crossbred bull selection of bigger scrotum and shorter age at puberty with potentials for better quality semen. **Reproduction Domestic Animal**, v. 43, p. 74-79, 2008.

SILVEIRA, T.S. **ESTÁDIO DE MATURIDADE SEXUAL E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E PONDERAIS, EM TOUROS DA RAÇA NELORE**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SILVA, A.E.D.F.; DODE, M.A.; PORTO, J.A.; ABREU, U.G.P. Estacionalidade na atividade sexual de machos Nelore e mestiços Fleckvieh e Chianina x Nelore: Características biométricas testiculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 1745-1750, 1991.

SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M.; CORDEIRO, C.M.T.; FREITAS, A.R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros de qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1157-1165, 2002.

SILVA, J.A. II V; DIAS, J.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1568-1572, 2005.

SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; ALBUQUERQUE, L.G.; ELER, J.P.; BORGES, J.C.; GUIMARÃES, J.D.; NETO, T.M. Estimativas de parâmetros genéticos de características testiculares de touros jovens da raça Nelore. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 7, 2008, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, [2008] (CD-ROM).

SMITAL, J.; WOLF, J; DE SOUSA, L.L. Estimation of genetic parameters of semen characteristics and reproductive traits in AI boars. **Animal Reproduction Science**, v. 86, p. 119-130, 2005.

SMITH B.A.; BRINKS J.G.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 2892-2896, 1989.

SODERQUIST, L.; JANSON, L.; HAARD, M.; EINARSSON, S. Influence of season, age, breed and some others factor on the variation in sperm morphological abnormalities in Swedish dairy AI bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 44, p. 91-98, 1996.

STALHÁMMAR, E.M.; JANSON, L; PHILIPSSON, J. Genetic studies on fertility in AI bulls. I. Age, season and genetic effects on semen characteristics in young bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 19, p. 1-17, 1989.

SYLLA, L.; STRADAIOLI, G.; BORGAMI, S.; MONACI, M. Breeding soundness examination of Chianina, Marchigiana, and Romagnola yearling bulls in performance tests over a 10-year period. **Theriogenology**, v. 67, p. 1351-1358, 2007.

TAYLOR, J.F.; BEAN, B.; MARSHALL, C.E.; SULLIVAN, J.J. Genetic and environmental components of semen production traits of artificial insemination Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 2703-2722, 1985.

TOELLE, V.D.; ROBISON, O.W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 89-100, 1985.

THOMPSON, J.A.; JOHNSON, W.H. Scrotal size of yearling sires and early calving in beef herds: Epidemiological investigation of possible causal pathways. **Theriogenology**, v. 43, p. 1279-1287, 1995.

VALENTIM, R.; ARRUDA, R.P.; BARNABÉ, R.C.; ALENCAR, M.M. Biometria testicular de touros Nelore e touros cruzados europeu-Nelore aos 20 e 24 meses de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, p. 113-120, 2002.

VALE FILHO, V.R. Padrões do sêmen bovino para o Brasil: Análise e sugestões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 8, 1989, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1989. p. 94-118.

VALE FILHO, V.R.; QUIRINO, C.R.; ANDRADE, V.J.; REIS, S.R.; MENDONÇA, R. Parâmetros genéticos da classificação andrológica por pontos (CAP), em touros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 23, p. 253-255, 1999.

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; OLIVEIRA, H.N.; ROSA, G. J. M.; SILVA, J. A. II V.; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, E. Study of stayability in Nelore cows using a threshold model. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1780-1786, 2007.

VAN ELDIK, P.; VAN DER WAAIJ, E.H.; DUCRO, B.; KOOPER, A.W.; STOOT, T.A.E.; COLENBRANDER, B. Possible negative effects of inbreeding on semen quality in Shetland pony stallions. **Theriogenology**, v. 65, p. 1159-1170, 2006.

VARGAS, C.A.; ELZO, M.A.; CHASE Jr. C.C.; CHENOWETH, P.J.; OLSON. T.A. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2536-2540, 1998.

VÁSQUEZ L., VERA O., ARANGO J. Testicular growth and semen quality in peripuberal Brahman bulls. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd15/10/vasq1510.htm>>. Acessado em: fevereiro, 2008.

VIU, M.A.O.; MAGNABOSCO, C.U.; FERRAZ, H.T.; GAMBARINI, M.L.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; LOPES, D.T.; VIU, A.M.F. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região centro-oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, p. 53-57, 2006.

WILLET, E.L.; OHMS, J.I. Measurements of testicular size and its relationship to production of spermatozoa by bulls. **Journal of Dairy Science**, v. 40, p. 1559-1569, 1957.

ZUIN, L.F.S. **DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEXUAL DE TOUROS DA RAÇA NELORE (*Bos taurus indicus*) AOS DOIS E TRÊS ANOS DE IDADE**. 2000. 16 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

CAPÍTULO 2

Associações Fenotípicas entre Características Provenientes de Exames Andrológicos de Touros Nelore Criados Extensivamente

Resumo – Foram avaliados 15.606 touros da raça Nelore, com média de 22,5 meses de idade, criados extensivamente, com o objetivo de estudar as relações entre as características andrológicas integrantes da avaliação física (motilidade espermática progressiva retilínea, vigor espermático e turbilhonamento), morfológica do sêmen (defeitos espermáticos menores, maiores e totais) e do exame biométrico dos testículos (perímetro escrotal, volume testicular e formato testicular), bem como do perímetro escrotal com medidas de desempenho ao sobreano (perímetro escrotal aos 18 meses – PE18, ganho de peso da desmama ao sobreano – GP345 e peso ajustado para a idade de 550 dias – P550). Foram procedidas as análises de correlações de Pearson entre as variáveis e entre os resíduos para avaliar as associações fenotípicas entre as variáveis estudadas. De forma geral, foi constatado que a maioria das correlações fenotípicas entre as características andrológicas foram baixas ou nulas ($P < 0,01$). No entanto, associações moderadas a altas e positivas ($P < 0,01$) foram verificadas entre perímetro escrotal e volume testicular, motilidade e vigor espermático e defeitos espermáticos maiores e totais, sendo 0,73, 0,67 e 0,95, respectivamente. As associações entre mensurações de desenvolvimento ao sobreano e andrológicas também se mostraram baixas ou nulas ($P < 0,01$), exceto entre GP345 e PE18 (0,37) e P550 (0,59). Concluiu-se que as diferentes características andrológicas, testiculares ou seminais, deverão ser contempladas no exame andrológico, visto a independência existente entre as mesmas e a importância fisiopatológica destas na comprovação da fertilidade de touros.

Palavras-chave: bovinos de corte, correlação fenotípica, defeitos espermáticos, maturidade sexual, motilidade espermática, perímetro escrotal.

Introdução

Os sistemas de produção de gado de corte no Brasil baseiam-se, principalmente, no manejo dos animais sob condições climáticas e de pastagens tipicamente tropicais. A raça Nelore constitui, aproximadamente, 80% deste rebanho, estimado em 164,9 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2007). A maioria das matrizes é submetida à monta natural, uma vez que se estima que o número de fêmeas em idade reprodutiva inseminadas seja inferior a 5%, visto que a comercialização de sêmen de raças de corte no País encontra-se no patamar de 3,8 milhões de doses (ASBIA, 2007). Assim, a identificação precoce e remoção dos touros com baixa fertilidade tornam-se essenciais para a viabilidade produtiva e econômica dos rebanhos de cria (SILVA et al., 2002; SYLLA et al., 2007).

O exame andrológico fornece informações fundamentais para o conhecimento do potencial de fertilidade de touros (BRUNER et al., 1995; GODFREY & DODSON, 2005; KEALEY et al., 2006), tanto pelos aspectos físicos (CHACÓN, 2001; McGOWAN et al., 2002) como seminais (CHACÓN, 2001; FITZPATRICK et al., 2002).

Dentre os aspectos físicos, o perímetro escrotal é amplamente estudado e adotado como critério de seleção de touros por estar genética e favoravelmente associado com a precocidade sexual de novilhas (SILVA et al., 2005; ELER et al., 2006), libido (SARREIRO et al., 2002; QUIRINO et al., 2004) e peso corporal (QUIRINO et al., 2004). Também outros autores encontraram correlação fenotípica com produção espermática (PALASZ et al., 1994; SANTOS et al., 1998; KASTELIC et al., 2001) e qualidade seminal (MARTINEZ et al., 2000; SILVA et al., 2002; VALENTIM et al., 2002; VÁSQUEZ et al., 2003). Assim, maiores perímetros escrotais deverão resultar no aumento da fertilidade de machos e fêmeas. Outras medidas indiretas da massa testicular e relacionadas ao seu desenvolvimento, produção e qualidade espermática, têm sido consideradas como alternativas ao perímetro escrotal, sendo estas o formato e volume testiculares (FIELDS et al., 1979; BAILEY et al., 1996; BAILEY et al., 1998; DIAS et al., 2006). Alguns autores julgam que o VT é uma medida adequada para representar a produção espermática, sobretudo em touros zebuínos cujo formato

testicular é mais alongado e com perímetro escrotal menos expressivo do que em taurinos (BAYLEY et al., 1996; UNINIAM et al., 2000; BRITO et al., 2004).

Em relação às características seminais, a motilidade espermática progressiva retilínea e a morfologia espermática são os parâmetros mais empregados na avaliação da capacidade de fertilização de uma amostra de sêmen (SODERQUIST et al., 1996; PEET et al., 1998; BRAUNDMEIER & MILLER, 2001; GODFREY & DODSON, 2005), por estarem diretamente relacionadas com a viabilidade dos espermatozóides transporem as barreiras do trato reprodutivo feminino (OVERSTREET et al., 1978; SAACKKE et al., 1998).

Diferentes fatores afetam as características testiculares e seminais, tais como: idade do animal (CHACÓN et al., 2002; GODFREY & DODSON, 2005; FUERST-WALTL et al., 2006), composição racial (CHACÓN et al., 2002; SYLLA et al., 2007), endogamia no rebanho (SMITH et al., 1989; GODFREY & DODSON, 2005), desenvolvimento corpóreo (BRITO et al., 2004; DEVKATA et al., 2008) e sazonalidade (BARTH & WALDNER, 2002). Destes, o desenvolvimento corpóreo e a idade afetam determinantemente a aptidão reprodutiva, visto as alterações fisiológicas proporcionadas nas fases de maturidade sexual e senilidade dos animais (HIGDON III et al., 2000; BARTH & WALDNER, 2002).

Diante deste contexto, o conhecimento dos padrões seminais e testiculares e a associação entre estas características andrológicas auxiliarão na obtenção de critérios de avaliação e escolha de reprodutores direcionados aos sistemas extensivos de criação, visando aumentar a fertilidade geral do rebanho. O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar as correlações entre as características testiculares e seminais entre si e destas com medidas de desenvolvimento no sobreano de touros jovens da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) provenientes de uma população sob seleção em ambiente tropical de cerrado no Brasil.

Material e Métodos

Animais

Os dados se referem à avaliação andrológica única de 15.606 touros da raça Nelore, com média de idade de 22,5 meses, nascidos entre os anos de 1999 a 2004. Os animais eram provenientes de cinco rebanhos de propriedade da Agro-Pecuária CFM Ltda. Quatro dos rebanhos estão localizados no nordeste do estado de São Paulo e o quinto situa-se ao oeste do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Os animais foram mantidos em pastagens tropicais cultivadas (compostas, aproximadamente, de 40% *Brachiaria brizantha*, 50% *Panicum maximum* e 10% de outras gramíneas), suplementados com mistura mineral completa e submetidos ao calendário profilático de acordo com o preconizado pelos órgãos de defesa sanitária para a região.

Todos os animais foram selecionados dentre os 25% a 30% geneticamente superiores de cada safra com base em um índice contendo as diferenças esperadas nas progênies (DEPs) para peso a desmama, ganho de peso pós-desmama, perímetro escrotal aos 18 meses e escores visuais de musculosidade.

Todos os machos selecionados foram submetidos à avaliação andrológica, que se consistiu de: exame dos órgãos genitais internos com palpação transretal das ampolas dos ductos deferentes e das glândulas vesiculares, e exames do prepúcio, do pênis e dos testículos e epidídimos, observando-se a forma, tamanho, posição, simetria e consistência de cada órgão. Em seguida, foram realizadas as mensurações do perímetro escrotal e da biometria testicular, e a coleta de sêmen por eletroejaculação, avaliando-se os aspectos físicos e a morfologia espermática.

Biometria testicular

O perímetro escrotal foi obtido com auxílio de uma fita métrica, e após adequado tracionamento ventro-caudal das gônadas, tomou-se a medida na região mais larga do escroto. Esta característica foi aferida na idade próxima aos 18 meses e no exame clínico integrante à avaliação andrológica. As medidas biométricas testiculares

(comprimento e largura) foram colhidas individualmente, por ocasião do exame andrológico, utilizando-se um paquímetro.

Para a determinação do formato testicular foram adotados os critérios preconizados por BAILEY et al. (1996) e BAILEY et al. (1998), onde as gônadas foram classificadas de acordo com seu formato em: 1 – longo; 2 - longo-moderado; 3 - longo-ovóide; 4 - ovóide-esférico; 5 - esférico. A inclusão de cada indivíduo nestas classes foi realizada por meio da razão entre a média da largura testicular (média das larguras do testículo esquerdo e direito) e a média do comprimento testicular (média dos comprimentos do testículo esquerdo e direito) na escala de 0,5 a 1,0 em que, 0,5 = a largura igual à metade do comprimento e 1,0 = a largura igual ao comprimento. Para cada classe foram estabelecidos os valores limites, sendo: 1 – testículos com formato longo – razão $\leq 0,5$; 2 – testículos com formato longo-moderado – razão 0,51 a 0,625; 3 – testículos com formato longo-oval – razão 0,626 a 0,750; 4 – testículos com formato oval-esférico – razão 0,751 a 0,875; e 5 – testículos com formato esférico – razão $> 0,875$.

Para o cálculo do volume testicular, foi empregada a fórmula preconizada por BAILEY et al. (1998), $VT = 4/3 (\pi)(L/2)(W/2)^2$, em que: W = largura testicular (raio); π = fator de correção (3,14); L = comprimento testicular. Para comparação dos resultados obtidos neste estudo com outros na literatura foi utilizada a fórmula do cilindro de FIELDS et al. (1979), em que: $Vol = 2[(r^2) \times \pi \times L]$, em que: R = largura testicular (raio); π = fator de correção (3,14); L = comprimento testicular.

Exame do sêmen

Para avaliação das características de turbilhonamento, uma gota de sêmen de cada ejaculado foi colocada na lâmina, previamente aquecida a 37°C (placa aquecedora), para observação do turbilhonamento (escala de zero a cinco) em microscópio óptico com aumento de 100 vezes. Outra gota de sêmen foi colocada entre lâmina e lamínula, previamente aquecidas a 37°C para avaliar a motilidade espermática

progressiva retilínea (expressa em porcentagem) e o vigor espermático (escala de zero a cinco), com aumento de 100 a 400 vezes.

Para efetuar a análise da morfologia espermática uma alíquota de sêmen foi diluída em solução de formol salina tamponada (HANCOCK, 1957). A patologia foi avaliada em preparações úmidas, entre lâmina e lamínula, num aumento de 1.250 vezes sob objetiva de imersão, em microscopia de contraste de fase. Em cada preparação foram avaliadas 400 células, e determinou-se o percentual de espermatozoides normais e de anomalias de acrossoma, cabeça, peça intermediária e cauda (LAGERLOF, 1934; BLOM, 1973). Posteriormente, os defeitos foram classificados em defeitos maiores (DMA), menores (DME) e totais (DT) de acordo com HENRY & NEVES (1998).

Classificação andrológica

Os touros foram classificados de acordo com as características físicas e morfológicas do sêmen em duas classes andrológicas, baseando-se na padronização estabelecida pela equipe de andrologia do Laboratório de Reprodução Animal da Universidade Federal de Viçosa, sendo: 1 - Satisfatórios - animais aptos à reprodução ($DT \leq 30\%$ e $MOT \geq 30\%$); 2 - animais insatisfatórios ou inaptos temporários e definitivamente à reprodução ($DT > 30\%$ e $MOT < 30\%$). O perímetro escrotal mínimo exigido para que o animal fosse classificado como satisfatório, baseou-se nas classes estabelecidas conforme a idade de touros jovens da raça Nelore disponibilizadas pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (HENRY & Neves, 1998). A maturidade sexual foi determinada seguindo os critérios estabelecidos por BLOM (1973) e GARCIA et al. (1987), em que para ser considerado maturo sexualmente o animal deveria possuir o seguinte perfil seminal: $MOT \geq 50\%$, $DMA \leq 10\%$ e $DME \leq 20\%$.

Medidas ponderais de desempenho no sobreano

Todos os animais foram pesados ao redor de 210 dias (desmama) e aos 550 dias (sobreano). Além do peso ao sobreano, foram utilizados, nas análises, o ganho de

peso em kilograma, medido pela diferença do peso ao sobreano e o peso à desmama ajustados para o período de 345 dias (GP345). Os ajustes de ganhos de peso para idades padrões foram feitos segundo as normas da BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (1996).

Os animais foram alocados em grupos de contemporâneos formados por ano de nascimento, estação de nascimento, e grupo de manejo ao sobreano.

Análises Estatísticas

Foram realizadas análises de variâncias pelo método dos quadrados mínimos, por meio do procedimento GLM do SAS (2006) para verificar as fontes de variação significativas sobre as medidas andrológicas e de desenvolvimento no sobreano dos animais. O modelo incluiu o efeito fixo de grupo de contemporâneos e a covariável idade do animal no exame andrológico. As correlações fenotípicas entre as características andrológicas e destas com as medidas de desenvolvimento no sobreano (PE18, GP345 e P550) foram obtidas pela correlação de Pearson entre resíduos, estimados para cada característica pelo modelo acima pelo procedimento CORR (SAS, 2006), determinando a intensidade da associação entre as características estudadas.

Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas das características andrológicas e ponderais são sumariadas na Tabela 1. A média de idade dos touros por ocasião do exame andrológico apresentados foi de $22,50 \pm 1,96$ meses, variando de 18,19 a 33,27 meses. Constatou-se que dos 15.606 animais avaliados, 13.805 touros estiveram aptos à reprodução (88,46%) e 13.806 sexualmente maturos (88,47%). Os resultados denotaram que já aos 22,5 meses a maioria dos animais havia atingido a maturidade sexual, com perímetro escrotal compatível com a idade e padrão seminal desejável para subsequente uso no regime de monta natural.

As condições nutricionais adequadas, sob pastejo, dos grupos de manejo e a seleção para fertilidade adotada nos rebanhos por mais de 29 anos (CFM, 2008) foram determinantes para os altos percentuais de touros satisfatórios numa amplitude de idade considerada jovem em zebuínos.

A manifestação da puberdade precoce, em touros da raça Nelore, criados a pasto foi possível segundo estudo de FRENEAU et al. (2006). Estas considerações, corroboradas pelos resultados do presente estudo, sugerem a potencialidade de redução da maturidade sexual em zebuínos, sob manejo nutricional adequado e seleção efetiva para características reprodutivas e precocidade sexual.

A média do perímetro escrotal aferida foi similar às obtidas por SILVA et al. (2002) e VIU et al. (2006), em machos da mesma raça, de 31,90 e 33,19 cm, aos 24 e 21-24 meses, respectivamente. Este resultado foi superior as médias observadas por QUIRINO et al. (1999), VALENTIM et al. (2002) e DIAS et al. (2007) de 29,89, 29,20 e 28,40 cm, em ordem, todos com touros da raça Nelore aos 24 meses de idade. Outros estudos em zebuínos criados a pasto também evidenciaram menores perímetros escrotais para touros em idades semelhantes (TORRES-JÚNIOR & HENRY, 2005; CORRÊA et al., 2006; FOLHADELLA et al., 2006). Concordando com as afirmações de SILVA et al. (2002) e VIU et al. (2006), a superioridade dos dados aqui relatados poderia ser explicada pela seleção para o perímetro escrotal adotada por várias gerações (desde 1980) nesta população, visto as altas herdabilidades estimadas para perímetro escrotal no sobreano (0,42 e 0,41, respectivamente) e a elevada correlação genética ($rg=0,84$) estimada entre PE18 e perímetro escrotal por SILVA (em fase de elaboração)¹.

¹ A ser editada no capítulo 3 da presente tese para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia apresentada à Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal.

Tabela 1. Valores médios (média±desvio padrão), coeficientes de variação (CV) e valores mínimos (Mínimo) e máximos (Máximo) das variáveis obtidas nos exames andrológicos de 15.606 touros da raça Nelore, aos 22 meses, criados sob pastejo em ambiente tropical no Brasil.

Variável	Média±DP	Mínimo	Máximo	CV (%)
PE (cm)	32,58±2,45	23,60	47,00	7,51
FT (1-5)	1,89±0,94	1,00	5,00	49,75
VT (cm ³)	449,23±123,19	107,00	1.316,00	27,42
MOT (%)	69,66±12,56	0	95,00	18,03
VIG (0-5)	2,91±0,64	0,50	5,00	22,09
TURB (0-5)	2,14±1,03	0	5,00	48,09
DME (%)	4,79±4,15	0	95,00	86,77
DMA (%)	14,42±11,14	0	90,00	77,30
DT (%)	19,21±12,77	0	100,00	66,49
PE18 (cm)	26,53±2,99	17,00	38,00	11,27
GP345 (Kg)	120,83±34,80	-21,46	276,87	28,80
PES550 (Kg)	313,11±36,91	187,90	499,80	11,79

PE18=perímetro escrotal aos 18 meses; PE=perímetro escrotal ao exame andrológico; FT=formato testicular em classes; VT=volume testicular conforme BAILEY et al. (1998); MOT=percentual de células com motilidade progressiva retilínea; VIG= vigor espermático; TURB=turbilhonamento espermático; DMA=percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos maiores; DME= percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos menores; DT=percentual do total de células espermáticas defeituosas; GP345=ganho de peso em kilogramas ajustado para a idade no intervalo da desmama (205 dias) ao sobreano (550 dias); PES550=peso em kilogramas ajustado para a idade aos 550 dias.

A média do volume testicular mostrou-se compatível e superior ao observado por VIU et al. (2006), 300,43 cm³, em touros da raça Nelore de 21 a 24 meses de idade, entretanto, UNANIAM et al. (2000) observaram média inferior, 239,26 cm³, todavia em animais com 18 meses, portanto mais jovens que a média de idade desse estudo. Esses resultados citados de volume testicular assim como no presente estudo, foram obtidos segundo a fórmula preconizada por BAILEY et al. (1998).

No entanto, alguns autores optaram pela utilização da fórmula descrita por FIELDS et al. (1979) por considerarem mais adequada para formatos testiculares alongados, como no caso de machos zebuínos (SILVEIRA, 2004; DIAS et al., 2007). Utilizando a metodologia de FIELDS et al. (1979), o volume testicular médio foi de

719,22±194,22 cm³, portanto, compatível e superior à média de 632,21±132,72 cm³ relatadas por SILVEIRA (2004), em machos Nelore com média de 21 meses de idade. Esta superioridade também foi verificada em comparação a média de 500,60 cm³ obtida por DIAS et al. (2007) em touros da raça Nelore com 2 anos de idade. Comparada à média de 474,70 cm³ obtida por TORRES-JÚNIOR & HENRY (2005) em touros da raça Guzerá (*Bos taurus indicus*) com idades entre 22,0 a 24,9 meses, o volume testicular obtido também foi superior. Já em relação a touros maturos sexualmente, todavia com três anos de idade, a média do volume testicular foi inferior aos 711,20 cm³ obtidos por DIAS et al. (2007). observaram o volume testicular médio de e de, em touros da raça Nelore sexualmente maturos aos dois e três anos de idade, Desta forma, o desenvolvimento testicular, dado volume testicular médio aferido, mostrou-se superior aos observados em diferentes estudos em machos zebuínos, considerando a idade mais próxima dos animais do presente trabalho. Tal condição enfatizou a possibilidade da seleção para o perímetro escrotal promover maior volume testicular, por resposta correlacionada, ao longo das gerações nesta população.

O percentual médio de motilidade espermática observado foi inferior aos obtidos por GODFREY & DODSON (2005) que observaram MOT de 86,2%, em touros Senepol (*Bos taurus taurus*) aos 20 meses. Todavia, os resultados de GODFREY & DODSON (2005) referiram somente aos animais aptos à reprodução, ao passo que no presente trabalho as análises descritivas dos dados consideram todos os animais, independente da classificação andrológica. Assim, os resultados foram superiores aos obtidos por CARTAXO et al. (2001) e FOLHADELLA et al (2006) que observaram em animais até 24 meses nas raças Guzerá e Gir, de 60% e 58% de espermatozóides dotados de movimentação progressiva e retilínea, respectivamente.

Os resultados de patologia espermática também foram inferiores aos 84,4% de morfologia normal achados por GODFREY & DODSON (2005) em touros Senepol aptos à reprodução. O percentual médio de espermatozóides normais foi de 80,8%. Porém, o percentual médio de defeitos espermáticos totais foi inferior a outros estudos em zebuínos, como nas raças Gir aos 24 meses (FOLHADELLA et al., 2006), Brahman aos 18 meses (VÁSQUEZ et al., 2003) e Nelore aos 36 meses (FONSECA et al., 1997).

Os valores discrepantes observados na literatura e neste trabalho são provavelmente decorrentes, primeiramente, pela subjetividade das avaliações físicas do sêmen, e adicionalmente, por diferentes práticas de manejo, além da idade e raça dos animais que atingem a maturidade sexual em diferentes épocas (ALMQUIST, 1982; AMANN & SCHAMBACHER, 1983; FRENEAU et al., 2006; GODFREY et al., 2006).

Conforme visualizadas na Figura 1, as formas testiculares predominantes foram as alongadas em 94,08% (n=14.682) dos indivíduos, sendo: 32,61% (n=5.089) longo, 56,97% (n=8.891) longo-moderado, 4,50% (n=702) longo-ovóide, 0,06% (n=10) ovóide-esférico e 5,86% (n=914) esférico. Estes resultados corroboram outros estudos sobre a predominância FT alongados em zebuínos (UNANIAM et al., 2000; SILVEIRA, 2004; DIAS et al., 2007), condição creditada à capacidade adaptativa desta subespécie em condições tropicais (BRITO et al., 2004). Ainda que em percentual baixo, a incidência observada de formatos testiculares esféricos não foi comum em estudos com raças zebuínas, sugerindo que a frequência destes formatos possam estar aumentando em rebanhos que adotaram o perímetro escrotal como critério de seleção.

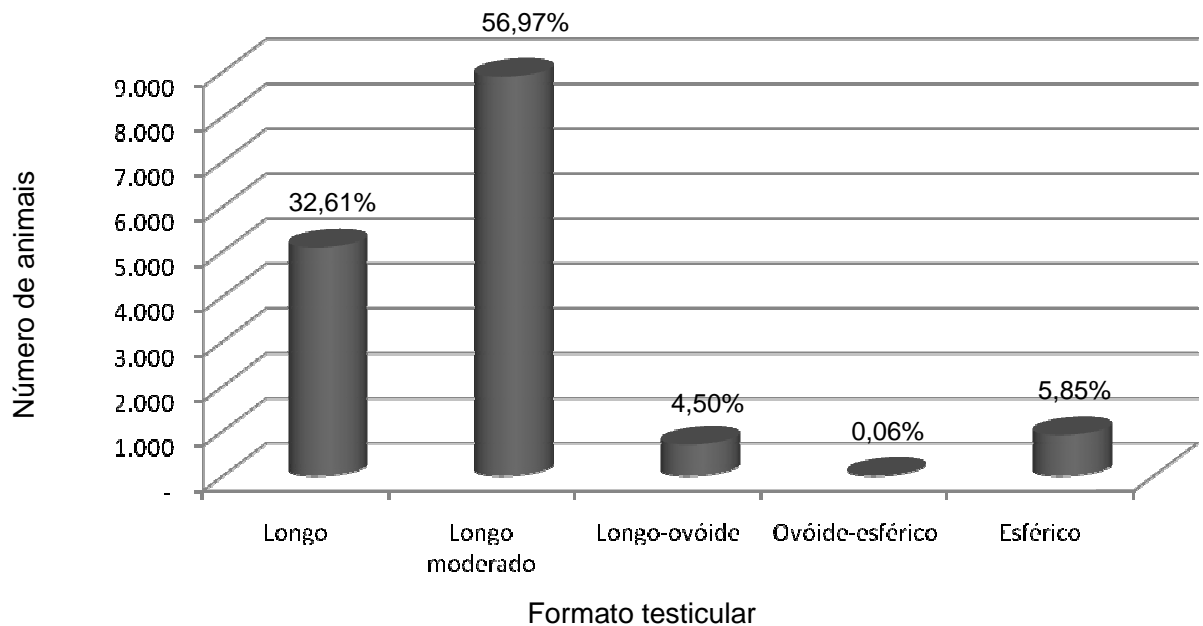


Figura 1. Frequência dos formatos testiculares, conforme a classificação proposta por BAILEY et al. (1996), em 15.606 touros da raça Nelore com média de idade de 22,5 meses, criados extensivamente.

A média de ganho de peso entre a desmama e sobreano (GP345) foi compatível às encontradas por MARCONDES et al. (2000) e KOURY FILHO et al. (2003) de 119,6 e 130,78 kg, respectivamente. Para o pesos ajustado ao sobreano (P550), o valor médio foi similar aos resultados de outros estudos na raça Nelore (MARCONDES et al., 2000; GARNERO et al., 2001; DIAS et al., 2003; HORIMOTO et al., 2006), cujas médias oscilaram de 309,0 a 319,71 kg.

Os coeficientes de variação associados às características de crescimento foram semelhantes aos obtidos por outros autores, cujas variações foram moderadas, de 26,9 a 32,3%, para GP345 (MARCONDES et al., 2000; KOURY FILHO et al., 2003) e baixas para P550, de 9,3% a 12,1% (HORIMOTO et al., 2006; PEREIRA et al., 2006). A menor dispersão dos dados no atual trabalho pode ser atribuída, em parte, ao fato dos animais terem sido integrantes dos 20% geneticamente superiores de cada safra, quanto ao índice de seleção adotado (CFM, 2008).

Outra característica medida no sobreano foi o perímetro escrotal medido no sobreano (PE18), com valor médio semelhante ao de outros estudos com dados de animais da raça Nelore submetidos à seleção massal, cujas médias foram de 24,1 e 27,5 cm (ELER et al., 2004; FORNI & ALBUQUERQUE, 2005; ELER et al., 2006).

As correlações brutas e fenotípicas entre as características andrológicas entre si estão sumariadas nas Tabelas 2 e 3, sendo observada associação nula ou baixa ($P < 0,01$) entre perímetro escrotal e as características físicas (motilidade, vigor e turbilhonamento) e morfológicas (defeitos espermáticos menores, maiores e totais) do sêmen. As correlações entre perímetro escrotal e formato testicular e entre volume e formato testiculares também foram baixas ($P < 0,01$), ao passo que entre perímetro escrotal e volume testicular foi positiva e de moderada magnitude ($P < 0,01$). SALVADOR et al. (2008) observaram correlação semelhante a obtida neste estudo (0,58) e SYLLA et al. (2007) relataram correlações de moderada a alta magnitudes (0,40 a 0,80) entre as medidas do cálculo do volume testicular e perímetro escrotal, em touros de raças italianas. Ainda que não seja possível fazer inferências conclusivas, diante das magnitudes das correlações diretas e entre resíduos, os achados contribuem para as afirmações de DIAS et al. (2007) que indicaram o perímetro escrotal como medida adequada na predição do tamanho testicular em animais da raça Nelore, mesmo com a maior frequência de animais com testículos longos.

Assim como neste trabalho, outros não evidenciaram associação entre as características de biometria testicular com as indicadores da qualidade seminal. DIAS et al. (2007) observaram que as características físicas e morfológicas do sêmen não foram afetadas pela conformação testicular. VALENTIM et al. (2002) observaram que as correlações entre perímetro escrotal e motilidade espermática e entre perímetro escrotal e vigor foram baixas para diferentes grupos genéticos nas idades de 20 e 24 meses, resultados semelhantes em magnitude aos obtidos nesse estudo. Os resultados, portanto, não confirmaram as associações favoráveis obtidas por TROCÓNIZ et al. (1991) entre perímetro escrotal e motilidade (0,61) e entre perímetro escrotal e turbilhonamento (0,59), indicando que estas características testiculares não foram confiáveis na predição da qualidade física e morfológica do ejaculado.

Tabela 2. Correlação de Pearson entre as variáveis integrantes dos exames andrológicos de 15.606 touros jovens da raça Nelore, criados sob pastejo em ambiente tropical no Brasil.

Variáveis	Correlações								
	PE	FT	VT	MOT	VIG	TURB	DME	DMA	DT
PE	1,00	0,11*	0,67*	0,11*	0,06*	0,05*	0,00	-0,04*	-0,03*
FT		1,00	-0,09*	0,01*	0,02*	-0,01*	0,06*	0,00	0,01
VT			1,00	0,08*	0,00	0,05*	-0,03*	-0,02*	-0,02*
MOT				1,00	0,66*	0,26*	0,00	-0,01*	-0,09*
VIG					1,00	0,24*	-0,03*	-0,02*	-0,02*
TURB						1,00	0,05*	0,03*	0,04*
DME							1,00	0,23*	0,53*
DMA								1,00	0,96*
DT									1,00

PE=perímetro escrotal ao exame andrológico; FT=formato testicular em classes; VT=volume testicular; MOT=percentual de células com motilidade progressiva retilínea; VIG= vigor espermático; TURB=turbilhonamento espermático; DMA=percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos maiores; DME= percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos menores; DT=percentual do total de células espermáticas defeituosas.*P<0,001.

De modo geral, como visualizados nas Tabela 2 e 3, as correlações brutas e fenotípicas entre as características seminais também foram nulas ou baixas ($P < 0,01$). Apenas entre motilidade e vigor e entre defeitos espermáticos menores e defeitos espermáticos totais houve correlação. A maior associação entre as variáveis estudadas foi obtida entre defeitos espermáticos maiores e defeitos espermáticos totais ($P < 0,01$), indicando forte dependência linear positiva entre estas, visto que os defeitos maiores compõem os defeitos espermáticos totais. Como também as anormalidades espermáticas menores integram os defeitos totais, porém com correlação inferior a observada entre defeitos espermáticos maiores e defeitos espermáticos totais, possivelmente a alta incidência de anormalidades espermáticas maiores foi decorrente da presença de animais imaturos sexualmente que contribuiu para alta associação entre DMA e DT. TROCÓNIZ observaram altos coeficientes de correlação de entre MOT e TURB (0,90), tanto em machos da raça Nelore quanto Guzerá (0,83), portanto superiores aos resultados apresentados.

As correlações nulas e baixas ($P < 0,01$) entre perímetro escrotal e defeitos espermáticos corroboraram os resultados de VALENTIN et al. (2002) e SYLLA et al. (2007), todavia diferiram de outros estudos que observaram associação favorável entre perímetro escrotal com as características seminais (SMITH et al. 1989; PALASZ et al. 1994; KEALEY et al. 2006; VIU et al., 2006; SIDDIQUI et al., 2008). Contudo, os coeficientes de correlação entre perímetro escrotal e características seminais observados na literatura foram variáveis considerando a amplitude de idade. Menores correlações entre perímetro escrotal e características de sêmen, como neste trabalho, foram obtidas em estudos com menor variação de idade entre os animais (PALAZ et al., 1994; CHACÓN et al., 2002; VALENTIN et al., 2004), ao passo que altas magnitudes foram evidenciadas quando houve maior amplitude (VEERAMACHONESI et al., 1986; TROCÓNIZ et al., 1991). Este efeito deve refletir a fase de grande modificação das características seminais que ocorre entre o início da puberdade e a maturidade sexual (LUNSTRA et al., 1978; DODE et al., 1989; VALENTIN et al., 2002; FRENEAU et al., 2006). VIU et al. (2006) e SIDDIQUI et al. (2008) relataram que o maior diâmetro testicular tem efeito positivo no percentual de espermatozóides morfologicamente normais. Os resultados deste estudo contrariaram estes autores e, em concordância com THOMPSON et al. (1994), evidenciaram que a motilidade e os defeitos espermáticos não tiveram influência do perímetro escrotal.

Tabela 3. Correlação entre os resíduos das variáveis integrantes dos exames andrológicos de 15.606 touros jovens da raça Nelore, criados sob pastejo em ambiente tropical no Brasil.

Variáveis	Correlações								
	PE	FT	VT	MOT	VIG	TURB	DME	DMA	DT
PE	1,00	0,11*	0,73*	0,10*	0,05*	0,06*	0,00	-0,03*	-0,02*
FT		1,00	-0,05*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VT			1,00	0,09*	0,03*	0,07*	0,16*	0,06*	0,04*
MOT				1,00	0,67*	0,27*	-0,02*	-0,10*	-0,09*
VIG					1,00	0,25*	0,02*	-0,03	-0,02*
TURB						1,00	0,05*	0,03*	0,04*
DME							1,00	0,23*	0,52*
DMA								1,00	0,95*
DT									1,00

PE=perímetro escrotal ao exame andrológico; FT (1-5)=formato testicular em classes; VT=volume testicular; MOT=percentual de células com motilidade progressiva retilínea; VIG (0-5)= vigor espermático; TURB(0-5)=turbilhonamento espermático; DMA=percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos maiores; DME= percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos menores; DT=percentual do total células espermáticas defeituosas.*P<0,001.

Nas Tabelas 4 e 5 são sumariadas as correlações brutas e entre os resíduos das características andrológicas e de crescimento dos animais estudados, em que as características mensuradas no exame andrológico evidenciaram associações nulas ou baixas ($P < 0,01$) tanto com GP345 como com P550.

A relevância do peso e idade no desenvolvimento testicular foi divulgada em vários estudos, comprovada principalmente em mensurações do perímetro escrotal (QUIRINO & BERGMANN, 1998; ORTIZ-PEÑA et al., 2000; MARTINEZ-VELAZQUEZ et al., 2003; JIMÉNEZ-SEVERIANO et al., 2005; ELER et al., 2006). VALENTIM et al. (2002) relataram correlações, predominantemente, moderadas entre peso e perímetro escrotal em diferentes grupos genéticos. Estes resultados foram corroborados por SYLLA et al. (2007) que descreveram correlação moderada entre peso corporal e perímetro escrotal (0,48) e baixa entre ganho de peso diário e perímetro escrotal (0,28) em raças italianas.

As correlações entre GP345 e PE18 e entre P550 e PE18 foram favoráveis e moderadas ($P < 0,01$). Entretanto, magnitudes inferiores foram evidenciadas quando consideradas o PE, provavelmente por esta característica ter sido mensurada por ocasião do exame andrológico, ou seja, alguns meses depois da pesagem ao sobreano (18 meses). Os resultados obtidos corroboraram aos de VIU et al. (2006) que também observaram associações nulas ou baixas entre do peso vivo e medidas de biometria testicular (perímetro escrotal, volume e formato testiculares) em touros da raça Nelore.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre variáveis andrológicas e ponderiais de 15.606 touros jovens da raça Nelore, criados sob pastejo em ambiente tropical no Brasil.

Variáveis	Correlações									
	PE18 (cm)	PE (cm)	FT (1-5)	VT (cm ³)	MOT (%)	VIG (0-5)	TURB (0-5)	DME (%)	DMA (%)	DT (%)
GP345	0,37*	0,11*	0,00	0,08*	0,05*	0,04*	0,00	0,00	-0,05*	-0,04*
P550	0,59*	0,25*	0,01	0,19*	0,06*	0,06*	-0,02	0,00	-0,04*	-0,03*

PE18=perímetro escrotal aos 18 meses; PE=perímetro escrotal ao exame andrológico; FT (1-5)=formato testicular em classes; VT=volume testicular; MOT=percentual de células com motilidade progressiva retilínea; VIG (0-5)= vigor espermático; TURB(0-5)=turbilhonamento espermático; DMA=percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos maiores; DME= percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos menores; DT=percentual do total células espermáticas defeituosas; GP345=ganho de peso em kilogramas ajustado para o intervalo da desmama (205 dias) ao sobreano (550 dias); P550=peso em kilogramas ajustado para a idade de 550 dias.* $P < 0,001$.

Não houve correspondência fenotípica entre as características seminais e o peso e ganho de peso ajustados para uma idade prévia à avaliação andrológica e, neste caso, foram de pouca importância prática, diferindo de VIU et al. (2006). Estes autores relataram correlações de moderada magnitude entre peso vivo e defeitos espermáticos (menores, maiores e totais), o que os levaram a inferir sobre melhores quadros de morfologia espermática em função do aumento do peso vivo em touros da raça Nelore criados em regime de pastagem.

As baixas ($P < 0,01$) ou inexistentes correlações entre as características de crescimento (GP345 e P550) e físicas do sêmen (motilidade, vigor e turbilhonamento) corroboraram com os resultados de VIU et al. (2006). Já SALVADOR et al. (2008)

relataram correlação positiva entre o peso corporal e a motilidade espermática pré-congelação (0,43). Logo, para estes autores quanto maior o peso corporal dos touros, maior a MOT, condição divergente a deste estudo.

Tabela 5. Correlação entre os resíduos das variáveis andrológicas e ponderiais 15.606 touros jovens da raça Nelore, criados sob pastejo em ambiente tropical no Brasil.

Variáveis	Correlações									
	PE18 (cm)	PE (cm)	FT (1-5)	VT (cm ³)	MOT (%)	VIG (0-5)	TURB (0-5)	DME (%)	DMA (%)	DT (%)
GP345	0,27*	0,11*	-0,03*	0,19*	0,02	0,00	-0,04*	-0,01	-0,05*	-0,05*
P550	0,46*	0,25*	0,00	0,27*	0,05*	0,01	-0,05*	-0,02	-0,04*	-0,05*

PE18=perímetro escrotal aos 18 meses; PE=perímetro escrotal ao exame andrológico; FT (1-5)=formato testicular em classes; VT=volume testicular; MOT=percentual de células com motilidade progressiva retilínea; VIG (0-5)= vigor espermático; TURB(0-5)=turbilhamento espermático; DMA=percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos maiores; DME= percentual de células espermáticas com defeitos espermáticos menores; DT=percentual do total células espermáticas defeituosas; GP345=ganho de peso em kilogramas ajustado para o intervalo da desmama (205 dias) ao sobreano (550 dias); P550=peso em kilogramas ajustado para a idade de 550 dias.*P<0,001.

O conhecimento do perfil e associações entre características provenientes de exames andrológicos de um grande número de animais, como apresentados neste trabalho, poderão auxiliar no estabelecimento de diretrizes de estudos e condutas de manejo, nos âmbitos reprodutivo e genético, visando o aumento da fertilidade de rebanhos comerciais que utilizam a monta natural em condições extensivas.

Conclusões

Em touros jovens da raça Nelore, com idade média de 22,5 meses, conclui-se que:

As formas testiculares alongadas são predominantes.

Nenhuma das características testiculares, físicas e morfológicas do sêmen deverá ser negligenciada nas avaliações andrológicas, devido às baixas associações existentes entre elas.

O perímetro escrotal é um bom preditor do volume testicular em machos jovens da raça Nelore.

O ganho de peso pós-desmama e peso ajustado ao sobreano não influenciam as medidas testiculares e a qualidade seminal.

REFERÊNCIAS

ALMQUIST, J.O. Effect of long term ejaculation at high frequency on output of sperm, sexual behavior, and fertility of Holstein bulls; relation of reproductive capacity to high nutrient allowance. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.814-823, 1982.

AMANN, R.P.; SCHAMBACHER, B.D. Physiology of male reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 57, p. 380-403, 1983.

ANUALPEC - Anuário da Pecuária do Brasil. 1. ed. São Paulo, FNP Consultoria, 2007. 368p.

ASBIA, Relatórios Estatísticos de Produção, Importação e Comercial de Sêmen. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/download/mercado/relatório2007.pdf>>. Acessado em: maio, 2008.

BAILEY, T.L.; MONKE, D.R.; HUDSON, R.S.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L.; RIDDELL, G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, p. 881-887, 1996.

BAILEY, T.L.; HUDSON, T.A.; POWE, T.A.; RIDDELL, M.G.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, p. 581-594, 1998.

BARTH, A.D.; WALDNER, C.L. Factors affecting breeding soundness classification of bulls examined at the Western College of Veterinary Medicine. **Canadian Veterinary Journal**, v. 43, p. 274-284, 2002.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for uniform improvement programs**. Raleigh: U. S. Dept. Agriculture - North Carolina State University, 1996. 155p.

BLOM, E. The ultrastructure of some characteristics sperm defects and a proposal for a new classification on the bull spermiogram. **Nordisk Veterinær Medicin**, v. 25, p. 383-391, 1973.

BRAUNDMEIER, A.G.; MILLER, D.J. The Search is on: Finding accurate molecular markers of male fertility. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1915-1925, 2001.

BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; BARBOSA, R.T.; KASTELIC, J.P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**, v. 61, p. 511-528, 2004.

BRUNER, K.A.; MCGRAW, R.L.; WHITACRE, M.D.; VAN CAMP, S.D. Breeding soundness examination of 1,952 yearling beef bulls in North Carolina. **Theriogenology**, v. 44, p. 129-145, 1995.

CARTAXO, W.O.; PENA-ALFARO, C.E.; BACALHAU, A. Parâmetros seminais e circunferência escrotal de touros jovens da raça Guzerá criados no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.25, p.214-215, 2001.

CFM. Sumário de Touros Nelore CFM 2008. Agro-Pecuária CFM Ltda. - São José do Rio Preto: Agro-Pecuária CFM, 2007. 54p. il.

CHACÓN, J. Assessment of sperm morphology in zebu bulls, under field conditions in the tropics. **Reproductive Domestic Animal**, v. 36, p. 91-99, 2001.

CHACÓN, J.; PÉREZ, E.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, H. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermiogramme parameters of extensively reared Brahman (*Bos indicus*) bulls in the tropics. **Theriogenology**, v. 58, p. 41-50, 2002.

CORRÊA, A.B.; VALE FILHO, V.R.; CORRÊA, G.S.S.; ANDRADE, V.J.; SILVA, M.A.; DIAS, J.C. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bos taurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 823-830, 2006.

DEVKOTA, B.; KOSEKI, T.; MATSUI, M.; SASAKI M.; KANEK, E.; MIYAMOTO, A.; MONTOYA, C.A.; MIYAKE, Y.I. Relationships among age, body weight, scrotal circumference, semen quality and peripheral testosterone and estradiol concentrations in pubertal and postpubertal Holstein bulls. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 70, p. 119-121, 2008.

DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R.; SILVA, M.A. Biometria testicular e aspectos andrológicos de touros Nelore (*Bos taurus indicus*), de dois e três anos de idade, criados extensivamente. **Veterinária Notícias**, v. 13, p. 31-37, 2007.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1878-1882, 2003.

DODE, M.A.N.; SCHENK, J.A.P.; SILVA, A.E.D.F. determinação da puberdade em machos nelore e mestiços. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, p.185, 1989. (Suplemento)

ELER, J.P.; SILVA, J.A. II V.; EVANS, L.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; GOLSEN, B.L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2519-2527, 2004.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E.C.; MOURÃO, G.B. Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at 15 and 18 months of age in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, p. 565-570, 2006.

FIELDS, M.J.; BURNS, W.E.; WARNICK, A.C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 48, p. 1299-1304, 1979.

FITZPATRICK, L.A.; FORDYCE, G.; MCGOWAN, M.R.; BERTRAM, J.D.; DOOGAN, V.J.; De FAVERI, J.; MILLER, R.G.; JAYAWARDHANA, G.A.; HOLROYD, R.G., 2002. Bull selection and use in northern Australia 2. Semen traits. **Animal Reproduction Science**, v. 71, p. 39-49, 2002.

FRENEAU, G.E.; VALE FILHO, V.R.; MARQUES JR., A.P., W.S. MARIA, W.S. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 1107-1115, 2006.

FOLHADELLA, I.M.; SÁ, W.F.; FERREIRA, A.M.; CAMARGO, L.S.A.; VIANA, J.H.M.; RAMOS, A.A.; SILVA, M.V.G.B. Características andrológicas de touros da raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 809-815, 2006.

FONSECA, V.O.; BERGMANN, J.A.G.; FRANCO, C.S. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 49, p. 53-62, 1997.

FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1511-1515, 2005.

FUERST-WATTL, B.; SCHWARZENBACHER, H.; PERNER, C.; SÖLKNER, J. Effect of age and environmental factors of semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 95, p. 27-37, 2006.

GARCIA, J.M.; PINHEIRO, L.E.L.; OKUDA, H.T. Body development and semen physical and morphological characteristics of young Guzera bulls. **Ars Veterinaria**, v. 3, p. 47-53, 1987.

GODFREY, R.W.; DODSON, R.E. Breeding soundness evaluations of Senepol bulls in US Virgin Islands. **Theriogenology**, v. 63, p. 831-840, 2005.

HANCOCK, J.L. The morphology of boar spermatozoa. **Journal of the Royal Microscopical Society**, v. 16, p. 84-97, 1957.

HENRY, M.; NEVES, J. P. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2. ed. Belo Horizonte, Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA), 1998. 49p.

HIGDON III, H.L.; SPITZER, J.C.; HOPKINS, F.M.; BRIDGES JR., W.C. Outcomes of breeding soundness evaluation of 2898 yearling bulls subjected to different classification systems. **Theriogenology**, v. 53, p. 1321-1332, 2000.

HORIMOTO, A.R.V.R.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO, J.C.C.; ELER, J.P. Estimation of genetic parameters for a new model for defining body structure scores (frame scores) in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, p. 828-836, 2006.

JIMÉNEZ-SEVERIANO, H.; MUSSARD, M. L; FITZPATRICK, L. A.; D'OCCHIO, M. J.; FORD, J. J.; LUNSTRA, D. D.; KINDER, J. E. Testicular development of Zebu bulls after chronic treatment with a gonadotropin-releasing hormone agonist **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2111-2122, 2005.

LAGERLOF, N. Morphologische untersuchungen uber forandrungen im spermabild und in den hoden bei bullen mit verminderte oder aufgehobener fertilitat (Changes in the spermatozoa and in the testes of bull breeding soundness evaluation form). **Acta Pathologica Microbiologica Scandinavia**, Suppl. 19, 1934, 254p.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; PIERSON, R.A.; COULTER, G.H. Relationship among scrotal and testicular characteristics, sperm production, and seminal quality in 129 beef bulls. **Canadian Veterinary Journal Research**, v. 65, p.111-115, 2001.

KEALEY, C.G.; MACNEIL, M.D.; TESS, M.W.; GEARY, T.W.; BELLOWS, R.A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 283-290, 2006.

KOURY FILHO; W.; JUBILEU, J.S.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S; PEREIRA, E.; CARDOSO, E.P. Parâmetros genéticos para escore de umbigo e características de produção em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 594-598, 2003.

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.1054-1062, 1978.

McGOWAN, M.R.; BERTRAM, J.D.; FORDYCE, G.; FITZPATRICK, L.A.; MILLER, R.G.; JAYWARDHANA, G.A.; DOOGAN, V.J.; De FAVERI, J.; HOLROYD, R.G. Bull selection and use in northern Australia 1. Physical traits. **Animal Reproduction Science**, v. 71, p. 25-37, 2002.

MARCONDES, C.R. ; BERGMANN, J.A. ; ELER, J.P. ; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, J.C.C., PENNA, V.M. Analysis of some selection criteria for growth traits in Nelore cattle. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, p. 83-89, 2000.

MARTINEZ, M.L.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L.; PAULA, L.R.O.; CRUZ, M.; CAMPOS, J.P.; RODRIGUES, L.H.; OLIVEIRA, J.; VIEIRA, F.; BRUSCHI, J.H.; DURÃES, M.C. Correlações entre características da qualidade do sêmen e a circunferência escrotal de reprodutores da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 700-706, 2000.

MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ, G.; GREGORY, K.E.; BENNETT, G. L.; VAN VLECK, L.D. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 395-401, 2003.

ORTIZ-PEÑA, C.D.; QUEIROZ, A.S.; FRIES, L.A. Estimação de fatores de correção do perímetro escrotal para idade e peso corporal em touros jovens da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1667-1675, 2000.

OVERSTREET, J. W.; COOPER, W.; KATZ, D.D.F. Sperm transport in the reproductive tract of the female rabbit. II. The sustained phase of transport. **Biology of Reproduction**, v. 19, p. 115-132, 1978.

PALASZ, A.T.; CATES, W.F.; BARTH, A.D.; MAPLETOFT, R.J. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. **Theriogenology**, v. 42, p. 715-726, 1994.

PEET, R.L.; KLUCK, P.; McCARTH, M. Infertility in Murray Gray bulls associated with abaxial and swollen midpiece sperm defects. **Australian Veterinary Journal**, v. 65, p. 359-360, 1998.

PEREIRA, N.C.; MERCADANTE, M.E.Z.; ALBUQUERQUE, L.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A. Estimativas de parâmetros genéticos de características de crescimento em um rebanho Caracu selecionado para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p.1669-1676, 2006.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G. Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weight in Nelore bulls, using univariate and bivariate animal models. **Theriogenology**, v. 49, p.1389-1396, 1998.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; VALE FILHO, V.R.; ANDRADE, V.J.; REIS, S.R.; MENDONÇA, R.M.; FONSECA, C.G. Genetic parameters of libido in Brazilian Nelore bulls. **Theriogenology**, v. 62, p. 1-7, 2004.

SAACKE, R. G.; DeJARNETTE, J.M.; BARNE, J.H.; KARABINUS, D.S.; WHITMAN, S.S. Can spermatozoa with abnormal heads gain access to the ovum in artificially inseminated super- and single ovulating cattle? **Theriogenology**, v. 50, p. 117-128, 1998.

SALVADOR, D.F.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R.; DIAS, J.C.; NOGUEIRA, L.A.G. Associação entre o perfil andrológico e a congelação de sêmen de touros da raça Nelore aos dois anos de idade, pré-selecionados pela classificação andrológica por

pontos (CAP). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, P. 587-593, 2008.

SANTOS, M.D.; TORRES, C.A.A.; GUIMARÃES, J.D.; PEREIRA, J.C.; MACHADO, G.V. Sêmen e circunferência escrotal de touros zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 627-632, 1998.

SARREIRO, L.C.; BERGMANNI, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; PINEDA, N.R.; FERREIRA, V.C.P.; SILVA, M.A. Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, p. 602-608, 2002.

SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2006.

SIDDIQUI, M.A.R.; BHATTACHARJEE, J.; DAS, Z.C.; ISLAM, M.M.; ISLAM, M.A.; HAQUE, M.A.; PARRISH, J.J.; SHAMSUDDIN, M. Crossbred bull selection of bigger scrotum and shorter age at puberty with potential for better quality semen. **Reproduction Domestic Animal**, v. 43, p. 74-79, 2008.

SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M.; CORDEIRO, C.M.T.; FREITAS, A.R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros de qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1157-1165, 2002.

SILVA, J.A. II V; DIAS, J.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1568-1572, 2005.

SILVEIRA, T.S. **ESTÁDIO DE MATURIDADE SEXUAL E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS DE CARACTERÍSTICAS**

REPRODUTIVAS E PONDERAIS, EM TOUROS DA RAÇA NELORE. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SMITH, B.A.; BRINKS, J.G.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 2892-2896, 1989.

SODERQUIST, L.; JANSON, L.; HAARD, M.; EINARSSON, S. Influence of season, age, breed and some others factor on the variation in sperm morphological abnormalities in Swedish dairy AI bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 44, p. 91-98, 1996.

SYLLA, L.; STRADAIOLI, G.; BORGAMI, S.; MONACI, M. Breeding soundness examination of Chianina, Marchigiana, and Romagnola yearling bulls in performance tests over a 10-year period. **Theriogenology**, v. 67, p. 1351-1358, 2007.

THOMPSON, J.A.; FORREST, D.W.; BLANCHARD, T.L.; BRONSON, A.R.; LOWES, N.L. Ratios of serum concentrations of testosterone and progesterone from yearling bulls with small testes. **Theriogenology**, v. 41, p. 1045-1052, 1994.

TORRES-JÚNIOR, J.R.S.; HENRY, M. Sexual development of Guzerat (*Bos taurus indicus*) bulls raised in a tropical region. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 2, p. 114-121, 2005.

TROCÓNIZ, J.F.; BELTRÁN, J.; BASTIDAS, H.; LARREA, H.; BASTIDAS, P. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growth of Guzerat and Nellore bulls. **Theriogenology**, v. 35, p. 815-826, 1991.

UNANIAN, M.M.; SILVA, A.F.D.F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E.P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.136-144, 2000.

VALENTIM, R.; ARRUDA, R.P.; BARNABÉ, R.C.; ALENCAR, M.M. Biometria testicular de touros Nelore e touros cruzados europeu-Nelore aos 20 e 24 meses de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, p. 113-120, 2002.

VÁSQUEZ L., VERA O., ARANGO J. Testicular growth and semen quality in peripuberal Brahman bulls. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd15/10/vasq1510.htm>>. Acessado em: fevereiro, 2008.

VEERAMACHONESI, D.N.R.; OTT, R.S.; HEATH, E.H.; McENTEE, K.; BOLT, D.J.; HIXON, J.E. Pathophysiology of small testes in beef bulls: Relationship between scrotal circumference, histopathologic features of testes and epididymics, seminal characteristics, and endocrine profiles. **American Journal of Veterinary Research**, v. 47, n.9, p.1988-1989, 1986.

VIU, M.A.O.; MAGNABOSCO, C.U.; FERRAZ, H.T.; GAMBARINI, M.L.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; LOPES, D.T.; VIU, A.M.F. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região centro-oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, p. 53-57, 2006.

CAPÍTULO 3

Estudo das Características Testiculares com Critério de Seleção de Touros Jovens da Raça Nelore

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo verificar a possibilidade de inclusão das características biométricas testiculares como critérios de seleção de touros jovens da raça Nelore, por meio de estimativa, pelo método de inferência Bayesiana, dos coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas. Foram realizadas análises com quatro características simultâneas, considerado 17.214 registros de perímetro escrotal obtidos na avaliação andrológica, 15.313 de volume e de formato testiculares e, o perímetro escrotal aos 18 meses que foi utilizado como característica âncora e constou de 50.823 registros. Os componentes de (co)variância e os valores genéticos foram estimados pelo método da amostragem de Gibbs pelo programa GIBBS2F90, sob modelo animal, o qual incluiu como efeitos fixos, os grupos de contemporâneos e a idade do animal e o efeito genético aditivo direto como aleatório. As herdabilidades obtidas foram: 0,42, 0,41, 0,23 e 0,22 para perímetro escrotal aos 18 meses, perímetro escrotal no exame andrológico, volume testicular e formato testicular, respectivamente. As correlações genéticas entre perímetro escrotal aos 18 meses e as demais características foram de 0,84 (perímetro escrotal no exame andrológico), 0,75 (formato testicular) e 0,44 (volume testicular). As correlações genéticas estimadas entre perímetro escrotal no exame andrológico foram de 0,94 e 0,52, respectivamente, com volume testicular e formato testicular e, entre volume testicular e formato testicular foi de 0,52. Concluiu-se que, o perímetro escrotal aos 18 meses apresentou maior possibilidade resposta rápida à seleção tanto direta como indireta com as demais, podendo ser adotada como critério de seleção para melhoria da fertilidade de touros jovens da raça Nelore.

Palavras-chave: bovinos de corte, perímetro escrotal, formato testicular, inferência Bayesiana, volume testicular.

Introdução

O perímetro escrotal (PE) é a principal característica reprodutiva incluída nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte por ser uma medida de fácil obtenção e estar geneticamente correlacionada com libido (QUIRINO et al., 2004) e peso corporal (QUIRINO et al., 2004; BOLIGON et al., 2007), bem como com outras características produtivas e reprodutivas. A associação fenotípica favorável da CE com a qualidade seminal também foi evidenciada em diferentes estudos (PALASZ et al., 1994; VÁSQUEZ et al., 2003; KEALEY et al., 2006). Contudo, o principal destaque dado ao perímetro escrotal, refere-se à sua correlação genética favorável com a precocidade sexual das fêmeas (SMITH et al., 1989; ELER et al., 2004; ELER et al., 2006).

Poucos estudos contemplam outras características andrológicas que poderiam contribuir para planos de melhoramento mais adequados, especialmente nos sistemas de produção que utilizam monta natural, pois, nesses casos, a fertilidade dos touros é importante na determinação das eficiências reprodutiva e de produção. Além do perímetro escrotal medido aos 18 meses (sobreano), que é utilizada como critério de seleção em muitos programas de melhoramento no Brasil, outras características testiculares são mensuradas em decorrência do exame clínico integrante da avaliação andrológica, como a reavaliação do perímetro escrotal, formato e volume testicular.

Segundo alguns autores, estudos com características biométricas testiculares complementares ao perímetro escrotal são necessários, pelo fato do perímetro escrotal não ser uma medida real da massa testicular e não considerar a variação individual na forma dos testículos, além da parede da bolsa escrotal ser erroneamente somada (BAILEY et al., 1998; VIU et al., 2006). Além disto, vários estudos não apontaram o perímetro escrotal como preditor da produção espermática e fertilidade em touros jovens (MAKARECHIAN & FARID, 1985; COULTER & KOZUB, 1989; THOMPSON & JONHSON, 1995; CALDAS et al., 1999; UNANIAM et al., 2000).

Com objetivo de verificar a possibilidade de inclusão das características biométricas testiculares (perímetro escrotal ao exame andrológico, volume testicular e formato testicular) em programas de melhoramento genético com touros jovens da raça

Nelore, empregou-se o método de inferência Bayesiana para estimar os coeficientes de herdabilidade e as correlações genéticas.

Material e Métodos

Dados

O banco de dados analisado foi composto por registros de perímetro escrotal obtidas aos 18 meses (PE18) e de características decorrentes da biometria testicular na avaliação andrológica em touros da raça Nelore, nascidos entre 1997 e 2004 com média de idade de 22,5 meses. Estes animais eram filhos de 808 pais e 30.314 mães.

O conjunto de dados inicial para as características andrológicas continha 35.904 informações da primeira avaliação andrológica a qual o animal fora submetido, independente do estágio de maturidade sexual.

Para a edição dos arquivos, partiu-se da base inicial de dados com informações referentes aos animais com alguma medida válida e, a partir do qual foram eliminadas as informações referentes aos indivíduos:

- a) Registros que apresentavam erros ou informações incompletas;
- b) Com pais e mães desconhecidos ou filhos de reprodutores múltiplos;
- c) Pertencentes aos grupos de contemporâneos (GCs) com menos de cinco animais com mensurações válidas e/ou pertencentes aos GCs em que os animais eram filhos de apenas um touro;
- d) Informações fora de amplitude aceitável, neste caso, que se apresentavam além do intervalo da média, mais ou menos três desvios padrão da característica.

Após verificação de consistência, os dados analisados foram compostos por 50.823 registros de perímetro escrotal aos 550 dias, 17.214 registros de perímetro escrotal (PEANDR) e 15.313 de volume testicular (VT) e formato testicular (FT) obtidos por ocasião dos exames andrológicos, conforme exposição na Tabela 1.

Tabela 1. Número de observações (N), média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), valores mínimo e máximo para perímetro escrotal aos 18 meses (PE18), perímetro escrotal ao exame andrológico (PEANDR), volume testicular (VT) e formato testicular (FT) em touros jovens da raça Nelore.

Característica	N	Média	DP	CV (%)	Mínimo	Máximo
PE18 (cm)	50.823	26,99	3,37	12,49	10,0	44,0
PEANDR (cm)	17.214	32,46	2,53	7,81	23,5	45,0
VT (cm ³)	15.313	360,32	97,28	9,53	132,1	1020,2

Para a característica categórica formato testicular, obtida em 15.313 indivíduos, a média \pm desvio padrão foi de $1,74 \pm 0,51$ e a mediana foi igual a 2,00. Os grupos de contemporâneos foram formados por animais nascidos no mesmo rebanho, no mesmo ano, na mesma estação e mantidos no mesmo grupo de manejo a desmama e ao sobreano. Grupos de contemporâneos constando cinco animais ou menos e animais filhos de pais desconhecidos foram eliminados do banco de dados. Para as características testiculares, os animais foram divididos em 141 grupos de contemporâneos e para o perímetro escrotal aos 18 meses (PE18) foram formados 1.528 grupos distintos. O banco de pedigree constou de 101.687 informações. O PE18, objeto de estudo quanto às estimativas dos parâmetros genéticos, também foi utilizada como âncora, pela razão desta ter sido aferida em todos os animais, minimizando descartes de registros e viés de comparação numa amostra de indivíduos selecionados.

Manejo dos animais

Todos os animais foram manejados em pastagens de adequada oferta qualitativa e quantitativa de forragens (composta aproximadamente de 40% *Brachiaria brizantha*, 50% *Panicum maximum* e 10% de outras gramíneas), recebendo durante todo o período, suplemento mineral e água *ad libitum*. Os nascimentos se concentraram durante a primavera e o verão (agosto a dezembro), permanecendo os bezerros com suas respectivas mães até aproximadamente 210 dias de idade.

Todos os animais foram submetidos às avaliações de pesagens e de escores visuais de aspectos morfológicos (conformação, precocidade, musculosidade e umbigo)

na desmama e ao sobreano, quando atingiram aproximadamente 7 e 18 meses de idade, respectivamente. No sobreano, também foi medida o perímetro escrotal.

Os machos foram selecionados, na proporção de cerca de 20% superiores de cada safra, com base em um índice composto por diferenças esperadas na progênie (DEP) padronizadas para peso à desmama, ganho de peso pós-desmama, perímetro escrotal e escore de musculosidade, recebendo, respectivamente, os seguintes pesos 20%, 40%, 20% e 20%. Todos os machos selecionados foram submetidos à avaliação andrológica completa, com idade média de 22,5 meses.

Medidas de biometria testicular e aptidão andrológica

Foram colhidas individualmente, por ocasião do exame andrológico, as mensurações testiculares, sendo: comprimento, largura de cada testículo e perímetro escrotal. O perímetro escrotal foi obtido com auxílio de uma fita métrica, e depois de adequado tracionamento ventro-caudal das gônadas, na região mais larga do escroto, tomou-se a medida. Esta característica foi aferida na idade próxima aos 18 meses.

Para a determinação do formato testicular, foram adotados os critérios preconizados por BAILEY et al. (1996) e BAILEY et al. (1998), em que as gônadas foram classificadas nos formatos longo, longo-moderado, longo-ovóide, ovóide-esférico e esférico. A inclusão de cada indivíduo nestas classes foi realizada por meio da razão entre a média de largura testicular (média das larguras do testículo esquerdo e direito) e a média do comprimento testicular (média dos comprimentos do testículo esquerdo e direito) na escala de 0,5 a 1,0, onde 0,5 significou largura igual à metade do comprimento e 1,0 como a largura igual ao comprimento. Para cada classe foram estabelecidos os valores limites, sendo: 1 - testículos com formato longo – razão $\leq 0,5$; 2 - testículos com formato longo-moderado – razão 0,51 a 0,625; 3 - testículos com formato longo-oval – razão 0,626 a 0,750; 4 - testículos com formato oval-esférico – razão 0,751 a 0,875; 5 - testículos com formato esférico – razão $> 0,875$.

O VT foi determinado pela fórmula preconizada por FIELDS et al. (1979), sendo $VT = 2[(r^2) \times \pi \times L]$, em que: R = largura testicular (raio); π = fator de correção (3,14); L = comprimento testicular. Os animais foram classificados, de acordo com as

características físicas e morfológicas do sêmen em duas classes de aptidão andrológica, APTOS e INAPTOS, conforme os padrões recomendados pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (HENRY & NEVES, 1998).

Análises estatísticas

O método utilizado para estimação dos parâmetros genéticos foi o Bayesiano, que tem sido preferido para a estimação de componentes de variância e covariância por superar algumas das limitações da metodologia de Máxima Verossimilhança Restrita (REML).

O modelo de análise adotado, para as características testiculares PE18, PEANDR e VOLUME TESTICULAR pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Za + e$$

Em que y é o vetor de observações para as características em estudo, PE18, PEANDR, VT; β é o vetor de efeitos fixos (grupos contemporâneos e idade do animal como covariável), a é um vetor de valores genéticos aditivos correspondente aos animais que possuem dados mensurados, e é o vetor de resíduos; X é uma matriz de incidência de ordem $n \times p$, associando cada observação (n), a cada grupo contemporâneo (p) e Z é uma matriz de incidência de ordem $n \times q$ associando cada observação (n), ao animal que a produziu (q).

Assumiu-se que:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}, \text{ em que}$$

A é a matriz de parentesco entre todos os animais e R é a variância dos resíduos ($R = I\sigma_e^2$). As equações de modelos mistos (MME) sob modelo animal podem ser formadas como:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}, \text{ em que}$$

α é a razão entre σ_e^2 e σ_a^2 , ou seja $\sigma_e^2/\sigma_a^2 = (1-h^2)/h^2$, sendo h^2 a herdabilidade para a característica.

Para FT, por se tratar de uma característica categórica, o modelo utilizado foi o de limiar, incluindo os mesmos efeitos do modelo linear, e pode ser descrito como:

$$U \mid \theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2)$$

U é o vetor da escala base de ordem r; $\theta' = (b', a')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem $s \times b$ (definidos sob ponto de vista frequentista, como efeitos fixos) e a (como efeito aleatório); W é uma matriz de incidência conhecida de ordem $r \times p$; I é uma matriz de identidade de ordem $r \times r$; e σ_e^2 é a variância residual.

De acordo com o enfoque Bayesiano, foi assumido que as priores para os efeitos genéticos e os residuais seguem distribuições normais multivariadas:

$$p(a \mid \sigma_a^2) \sim N(0, A\sigma_a^2)$$

$$p(e \mid \sigma_e^2) \sim N(0, I\sigma_e^2)$$

A é a matriz de parentesco e σ_a^2 é a variância genética aditiva.

O método Bayesiano adota um modelo hierárquico em que se especificam distribuições *a priori* para os parâmetros de interesse e, as inferências são feitas através dos resultados da integração da distribuição *a posteriori* conjunta, para a obtenção das distribuições marginais dos parâmetros. Técnicas de simulação com aplicação dos métodos de amostragem de Gibbs e Metrópolis Hastings são utilizadas para fornecem estimativas pontuais e por intervalo dos parâmetros de interesse do modelo (GELFAND & SMITH, 1990).

Os componentes de variância e os parâmetros genéticos do modelo descrito foram estimados por métodos Bayesianos via amostrador de *Gibbs*. Foi assumida a distribuição uniforme para *a priori* dos efeitos fixos (β) e distribuições de *Wishart Invertida (IW)*, que é a forma multivariada da gama invertida, para os componentes de (co)variância genética (G) aditiva e residual (R_0):

$$p(\beta) \propto cte; G \sim IW(G_0, \nu_g), \text{ tal que } f(G/G_0, \nu_g) \propto (G)^{-1/2(\nu_g + m_g + 1)} \cdot e^{-1/2tr(G_0^{-1}G^{-1})},$$

Em que ν_g é número de graus de liberdade da distribuição, m_g é a ordem de G , G_0 é a matriz de parâmetro de escala da distribuição de G .

Os elementos σ_e^2 de R_0 tiveram distribuição gama invertida na forma

$$\sigma_e^2 \sim \Pi(s_0, \nu_r), \text{ tal que } f(\sigma_e^2/s_0, \nu_r) \propto (\sigma_e^2)^{-1/2(\nu_r + 2)} \cdot e^{-1/2(s_0/\sigma_e^2)}.$$

Em que ν_r são os números de graus de liberdade das respectivas distribuições e s_0 são os parâmetros escala das distribuições de σ_e^2 .

A operação matemática com a finalidade de calibrar as medidas de incertezas é repetida diversas vezes, modificando os resultados *a priori* e *a posteriori*, de forma que alcançado o equilíbrio, seja encontrado a máxima verossimilhança restrita para as características em estudo.

O programa utilizado para estimar os componentes de (co)variância foi o GIBBS2F90 (MISZTAL, 2001) sob modelo animal, o qual incluiu como efeitos fixos, os GCs do PE18 e os GCs das medidas andrológicas, as idades do animal na mensuração da CE aos 18 meses e na ocasião do exame andrológico como covariáveis lineares, além dos efeitos genético aditivo direto e erro residual como aleatórios. Foram geradas para cada parâmetro, cadeias de Gibbs de 300.000 iterações, com um descarte inicial de 30.000 iterações (burn-in) e intervalo de amostragem de 30 iterações. A convergência das cadeias para distribuições estacionárias dos componentes de (co)variância foram diagnosticadas usando o método descrito por HEIDELBERG & WELCH (1983). Os coeficientes de herdabilidade e as correlações genéticas entre as características estudadas foram obtidos pela média geral gerada nos 9.000 ciclos após o burn-in.

Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas das características testiculares são sumariadas na Tabela 1, em que as médias e amplitudes observadas para PE18, PEANDR, VT e FT foram compatíveis com diversos relatos na literatura para machos da raça Nelore selecionados sob condições extensivas (QUIRINO & BERGMANN, 1998; UNANIAM et al., 2000; VALENTIM et al., 2002; DIAS et al., 2006; DIAS et al., 2007).

Foram avaliadas 15.290 informações de FT com as seguintes freqüências: 28,8% (4.385) longo, 68,8% (10.526) longo-moderado, 2,17% (332) longo-ovóide, 0,12% (18), oval-esférico e 0,20% (29) esférico. Portanto, as formas alongadas dos testículos foram predominantes em 99,7% (15.243) dos indivíduos aferidos, condizentes às formas testiculares encontradas em touros *Bos taurus indicus* (UNANIAM, 2000; DIAS et al., 2007). A predominância de formas alongadas dos testículos em touros de raças zebuínas é importante na compreensão dos menores CE em relação aos touros *Bos taurus taurus* nas mesmas idades. Esta diferença deve-se ao menor período de

seleção para CE, além de aspectos anatômicos e fisiológicos são distintos em *Bos taurus indicus* (BRITO et al., 2004; HANSEN, 2004).

As estimativas de componentes de variância, herdabilidade e erros-padrão estão sumariadas na Tabela 2. As estimativas de herdabilidade encontradas para PE18 e PEANDR foram consideradas de alta magnitude. Estes resultados mostraram-se similares a outros estudos com Nelore, cujas estimativas para herdabilidade para PE18 oscilaram de 0,31 a 0,42 (GRESSLER et al., 200; DIAS et al., 2003; BOLIGON et al., 2007). No entanto, valores superiores de herdabilidade para PE18 foram relatados por ELER et al. (2006), de 0,53 a 0,64. A herdabilidade estimada para PEANDR também foi similar a relatada por SARREIRO et al. (2000), de 0,31, com machos Nelore. Outros estudos, porém, descrevem valores superiores como o de QUIRINO & BERGMANN (1998), que encontraram herdabilidades de 0,50 a 0,60 para CE ajustada para peso corporal e não ajustada, em touros Nelore aos 24 meses. Ainda, os valores de herdabilidade encontrados para PE18 e PEANDR foram similares a diversos estudos com *Bos taurus taurus* e coerentes com a média de 0,45 para CE relatada por KOOTS et al. (1994) em seu artigo de revisão abordando esta característica. Diante das magnitudes das herdabilidades obtidas, como salientado em outros estudos, espera-se que tanto a seleção direta para PE18 como para PEANDR resulte em progresso genético rápido para estas características.

A estimativa de herdabilidade para VT também foi alta, embora inferior às obtidas para PE18 e PEANDR e, portanto, com expectativa de ganho genético mais lento se utilizada como critério de seleção. Todavia, a obtenção da largura e comprimento de ambos testículos requereu criteriosa mensuração com auxílio de um paquímetro. Portanto a obtenção das medidas requeridas para o cálculo do VT foi mais demorada e trabalhosa do que a mensuração da CE. Como no presente estudo, para a obtenção do VT e FT e posterior avaliação genética, as mensurações de biometria testicular poderiam ser incorporadas na rotina das avaliações andrológicas de machos integrantes de programas de melhoramento genético.

O FT apresentou estimativa de herdabilidade moderada, indicando que esta característica deva responder mais lentamente à seleção individual. Ressalta-se que

poucos estudos genéticos contemplam o VT e FT obtidos em decorrência da mensuração das larguras e comprimentos dos testículos por ocasião do exame andrológico de touros, especialmente no Brasil.

Tabela 2 – Médias das estimativas de componentes de variância, herdabilidade (h^2) das características testiculares de touros jovens da raça Nelore criados sob condições extensivas.

Característica	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	\hat{h}^2
PE18 (cm)	2,64	3,69	0,42±0,0002
PEANDR (cm)	2,67	3,56	0,43±0,0002
VT (cm ³)	10.961,52	23.973,60	0,31±0,0003
FT (1-5)	0,02	0,10	0,20±0,0003

PE18 – perímetro escrotal aos 18 meses em centímetros; PEANDR – perímetro escrotal no exame andrológico em centímetros; VT - volume testicular em centímetros cúbicos; FT – formato testicular em classes (1-5); σ_a^2 – variância genética aditiva; σ_e^2 - variância genética residual.

As correlações genéticas estimadas entre características testiculares estão sumariadas na Tabela 3. A correlação genética entre PE18 e PEANDR foi alta, em que estas características poderiam ser consideradas como a mesma, isto é, determinada em grande parte pelos mesmos genes (ROBERTSON, 1959). Considerando que o PE18 pode ser obtida antes do PEANDR, além de poder ser mensurada em todos os animais ao sobreano e não somente nos machos destinados à avaliação andrológica, esta pode ser mais vantajosa como critério de seleção. Estes achados confirmaram que a seleção para maiores PE18 repercutiria em maiores PEANDR.

Tabela 3 – Médias das correlações genéticas entre diferentes características testiculares de touros jovens da raça Nelore criados sob condições extensivas.

Característica	PE18 (cm)	PEANDR (cm)	VT (cm ³)	FT (1-5)
PE18	1,00	0,84	0,78	0,45
PEANDR	-	1,00	0,94	0,52
VT	-	-	1,00	0,25
FT	-	-	-	1,00

PE18 – perímetro escrotal aos 18 meses em centímetros; PEANDR – perímetro escrotal no exame andrológico em centímetros; VT - volume testicular em centímetros cúbicos; FT – formato testicular em classes (1-5).

Dadas as altas correlações genéticas observadas entre PE18 e PEANDR com VOLUME TESTICULAR a seleção para estas características deve levar a mudança genética em VT. A maior estimativa de correlação genética entre PEANDR e VT possivelmente deve-se ao fato dessas medidas terem sido obtidas na mesma ocasião. Tais achados corroboraram aos obtidos por DIAS et al. (2008), que reportam correlação genética entre PEANDR e VT próxima a 1 ($rg=0,99$), em touros Nelore.

A correlação genética moderada e positiva entre as medidas de perímetro escrotal (PE18 e PEANDR) e FT, indicou possibilidade de ganhos indiretos para formatos mais esféricos (escore 5) caso seja adotada a seleção para PE18 ou PEANDR. Conforme salientado por UNANIAM et al. (2000) e já discutido neste trabalho, tal alteração poderá influenciar negativamente na qualidade espermática em situações de estresse térmico, comuns em ambientes tropicais, pela menor capacidade de termorregulação testicular (BRITO et al., 2004; HANSEN, 2004). Esta expectativa traz uma preocupação com a possível queda na eficiência reprodutiva de touros zebuínos criados em condições tropicais, visto a menor capacidade de termorregulação testicular esperada. Portanto, torna-se pertinente o monitoramento da fertilidade de touros zebuínos criados em condições extensivas e em ambiente tropical, visto a possibilidade de uma provável mudança fenotípica no formato anatômico testicular em decorrência da seleção para maiores CE.

Diante das estimativas de herdabilidade e correlação genética entre as características testiculares estudadas, tanto PE18 como PEANDR podem ser credenciadas como critérios de seleção em busca de um maior desenvolvimento testicular em touros Nelore. Porém, a obtenção do perímetro escrotal aos 18 meses (sobreano) mostra-se como mais vantajosa dentre as características testiculares estudadas dada a fácil mensuração e abrangência a todos os machos da safra.

Conclusões

O volume testicular e o perímetro escrotal obtidas no sobreano e por ocasião do exame andrológico deverão responder rapidamente à seleção direta, configurando como potenciais critérios de seleção de touros jovens da raça Nelore.

O uso do perímetro escrotal como critério de seleção pode promover resposta correlacionada no aumento do volume testicular e mudança para formas mais esféricas dos testículos.

O perímetro escrotal medida no sobreano é a mais vantajosa dentre as características testiculares, por ser facilmente obtida, não requerer necessidade de técnicos para sua mensuração, ser obtida numa idade jovem, ser abrangente a todos os machos da safra em grandes populações e estar difundida no meio científico, técnico e produtivo.

REFERÊNCIAS

BAILEY, T.L.; MONKE, D.R.; HUDSON, R.S.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L.; RIDDELL, G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, p. 881-887, 1996.

BAILEY, T.L.; HUDSON, T.A.; POWE, T.A.; RIDDELL, M.G.; WOLFE, D.F.; CARSON, R.L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, v. 49, p. 581-594, 1998.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de circunferência escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 565-571, 2007.

BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; RODRIGUES, L.H.; VIEIRA, L.H.; DERAGON, L.A.G.; KASTELIC, J.P. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in AI bulls in Brazil. **Theriogenology**, v. 58, p. 1175-1186, 2002.

BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; BARBOSA, R.T.; KASTELIC, J.P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**, v. 61, p. 511-528, 2004.

CALDAS, M.E.; PINHO, T.G.; PINTO, P.A.; NOGUEIRA, L.A.G. Avaliação da biometria e morfologia testicular de touros jovens da raça Nelore (*Bos taurus indicus*). **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.23, n.3, p.210-212, 1999.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para circunferência escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1878-1882, 2003 (supl. 2).

DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; FRIDRICH, A.B.; SALVADOR, D.F.; VALE FILHO, V.R.; CORRÊA, A.B.; SILVA, M.A. Estimativas de parâmetros genéticos de características

reprodutivas de touros Nelore, de dois e três anos de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 388-393, 2006.

DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R.; MARTINS, A.M.M. Biometria testicular e aspectos andrológicos de touros Nelore (*Bos taurus indicus*), de dois e três anos de idade, criados extensivamente. **Veterinária Notícias**, v. 13, n. 2, p. 31-37, 2007.

DIAS, J.C.; ANDRADE, V.J.; MARTINS, A.M.M.; EMERICK, L.L.; VALE FILHO, V.R. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p. 53-59, 2008.

ELER, J. P.; SILVA, J. A. I. I. V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2519-2527, 2004.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E.C.; MOURÃO, G.B. Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at 15 and 18 months of age in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, p. 565-570, 2006.

FIELDS, M.J.; BURNS, W.E.; WARNICK, A.C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 48, p. 1299-1304, 1979.

GARGANTINI, G.; CUNDIFF, L. V.; LUNSTRA, D. D.; VAN VLECK, L. D. Genetic relationships between male and female reproductive traits in beef cattle. **Professional Animal Scientist**, v. 21, p. 195-199, 2005.

GELFAND, A.E.; SMITH, A.F.M. Sampling based approaches to calculating marginal densities. **Journal of the American Statistical Association**, v. 85, p. 398-409, 1990.

GIPSON, T.A.; VOGT, D.W.; MASSEY, J.W.; ELLERSIECK, M.R. Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls. **Theriogenology**, v. 24, p. 217-225, 1985.

GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.L.; PENNA, V.M.; PEREIRA, J.C.C.; GRESSLER, M.G.M. Estudo das associações genéticas entre circunferência escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 427-437, 2000.

HANSEN, P.J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p. 349-360, 2004.

HEIDELBERGER, P.; WELCH, P.D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, v. 31, p. 1109-1144, 1983.

HENRY, M.; NEVES, J. P. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2. ed. Belo Horizonte, Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA), 1998. 49p.

JOHNSTON, J.E.; NAELAPAA, H.; FRYE, J.B. Physiological responses of Holstein, Brown Swiss and Red Sindhi crossbred bulls exposed to high temperatures and humidities. **Journal of Animal Science**, v. 22, 432-436, 1963.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; PIERSON, R.A.; COULTER, G.H. Relationship among scrotal and testicular characteristics, sperm production, and seminal quality in 129 beef bulls. **Canadian Veterinary Journal Research**, v. 65, p.111-115, 2001.

KEALEY, C.G.; MACNEIL, M.D.; TESS, M.W.; GEARY, T.W.; BELLOWS, R.A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 283-290, 2006.

KOOTS, K. R.; GIBSON, J. P.; SMITH, C.; WILTON, J. W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstracts**, v. 62, p. 309-338, 1994.

MISZTAL, I. GIBBS2F90 manual. Disponível em: <ftp://nce.ads.uga.edu/pub/ignacy/blupf90/>. 2001. Acessado em: maio, 2007.

PALASZ, A.T.; CATES, W.F.; BARTH, A.D.; MAPLETOFT, R.J. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. **Theriogenology**, v. 42, p. 715-726, 1994.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G. Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body weight in Nellore bulls, using univariate and bivariate animal models. **Theriogenology**, v. 49, p.1389-1396, 1998.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; VALE FILHO, V.R.; ANDRADE, V.J.; REIS, S.R.; MENDONÇA, R.M.; FONSECA, C.G. Genetic parameters of libido in Brazilian Nellore bulls. **Theriogenology**, v. 62, p. 1-7, 2004.

ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, v. 15, p. 469-485, 1959.

SARREIRO, L.C; BERGAMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; PINEDA, N.R.; FERREIRA, V.C.P.; SILVA, M.A. Herdabilidade e correlação genética entre circunferência escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, p. 602-608, 2002.

SIDDIQUI, M.A.R.; BHATTACHARJEE, J.; DAS, Z.C.; ISLAM, M.M.; ISLAM, M.A.; HAQUE, M.A.; PARRISH, J.J.; SHAMSUDDIN, M. Crossbred bull selection for bigger scrotum and shorter age at puberty with potentials for better quality semen. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, p. 74-79, 2008.

SKINNER, J.D.; LOUW, G.N. Heat stress and spermatogenesis in *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Applied Physiology**, v. 21, 1784-1790, 1966.

SMITH, B.A.; BRINKS, J.G.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 2892-2896, 1989.

THOMPSON, J.A.; KUMI-DIAKA, J.; JOHNSON, W.H.; WILTON, J.W.; MANDELL, I.B. The determination and correlation of reproductive parameters of performance tested Hereford and Simmental bulls. **Theriogenology**, v. 44, p. 973-982, 1995.

UNANIAN, M.M.; SILVA, A.F.D.F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E.P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.136-144, 2000.

VALENTIM, R; ARRUDA, R.P.; ALENCAR, M.M.; BARNABE, R.C. Biometria testicular de touros Nelore e touros cruzados europeu-Nelore aos 20 e 24 meses de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, p. 113-120, 2002.

VÁSQUEZ L., VERA O., ARANGO J. Testicular growth and semen quality in peripuberal Brahman bulls. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd15/10/vasq1510.htm>>. Acessado em: fevereiro, 2008.

VEERAMACHANENI, D.N.R.; OTT, R.S.; HEATH, E.H.; MCENTEE, K.; BOLT, D.J.; HIXON, J.E. Pathophysiology of small testes in beef bulls: relationship between scrotal circumference, histopathologic features of testes and epididymides, seminal characteristics, and endocrine profiles. **American Journal of Veterinary Research**, v. 47, p. 1988-1999, 1986.

VIU, M.A.O.; MAGNABOSCO, C.U.; FERRAZ, H.T.; GAMBARINI, M.L.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; LOPES, D.T.; VIU, A.M.F. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região centro-oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, p. 53-57, 2006.

CAPÍTULO 4

Avaliação das Características Morfológicas do Sêmen Como Critérios de Seleção de Touros Jovens da Raça Nelore

RESUMO – Com o objetivo de estimar, pelo método de inferência Bayesiana, os coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas das características morfológicas do sêmen, foram analisados dados de 51.161 registros de perímetro escrotal aos 18 meses e 17.648 registros de defeitos espermáticos e aptidão andrológica de touros da raça Nelore, com média de idade de 22,5 meses criados em condições extensivas. As características morfológicas foram classificadas em defeitos espermáticos menores, maiores e totais. Os animais foram classificados conforme a aptidão andrológica em aptos e inaptos à reprodução. O perímetro escrotal foi utilizado como característica âncora nas análises multi-características. Os componentes de (co)variância e os valores genéticos foram estimados pelo método da amostragem de Gibbs utilizando o programa GIBBS2F90, sob modelo animal, o qual incluiu como efeitos fixos, os grupos de contemporâneos e a idade do animal e como aleatório, efeito genético aditivo direto. As estimativas de herdabilidade obtidas foram: 0,40; 0,16; 0,04; 0,15 e 0,10 para PE18; DME; DMA; DT e APT, respectivamente. O perímetro escrotal foi correlacionado geneticamente de forma positiva e moderada com a aptidão andrológica (0,56) e negativa e baixa com defeitos espermáticos menores (-0,23), maiores (-0,16) e totais (-0,24). Em conclusão, dentre as características estudadas, o perímetro escrotal apresentou maior perspectiva de resposta à seleção e está associada geneticamente de forma favorável com a aptidão andrológica e com a morfologia espermática em touros jovens da raça Nelore.

Palavras-chave: Aptidão andrológica, bovinos de corte, defeitos espermáticos, inferência Bayesiana, herdabilidade.

Introdução

O espermograma e a avaliação física do sêmen, além das avaliações dos órgãos genitais e dos aspectos clínicos gerais, são partes integrantes do exame andrológico utilizado na aferição da capacidade ou aptidão reprodutiva de touros (FONSECA et al., 1997; KEALEY et al., 2006). O conhecimento do perfil quantitativo e qualitativo da produção seminal de reprodutores superiores geneticamente é um aspecto importante para incremento da fertilidade geral do rebanho (REGE et al., 2000).

As características seminais são afetadas por diferentes fatores ambientais e genéticos, como idade do animal (CHACÓN et al., 2002; GODFREY & DODSON, 2005; FUERST-WALTL et al., 2006), composição racial (CHACÓN et al., 2002; SYLLA et al., 2007), endogamia no rebanho (SMITH et al., 1989; GODFREY & DODSON, 2005), sazonalidade (EVERETT et al., 1978; BARTH & WALDNER, 2002), número de ejaculados e período entre coletas de sêmen (MATHEVON et al., 1998; KAPŠ et al., 2000; CHACUR et al., 2006). No entanto, existem poucos relatos de estimativas de parâmetros genéticos para características seminais, principalmente, em touros de raças zebuínas (*Bos taurus indicus*).

As estimativas de herdabilidade para as características seminais, sobretudo para o percentual de anomalias espermáticas, variam amplamente na literatura. Alguns estudos apontam para a predominância de baixas magnitudes indicando pequeno componente genético aditivo (REGE et al., 2000; SARREIRO et al., 2002), porém em outros são descritas magnitudes moderadas a altas (STÅLHAMMAR et al., 1989; DUCROCQ & HUMBLLOT, 1995; MATHEVON et al., 1998, KEALEY et al., 2006).

Em razão da importância dos parâmetros genéticos no direcionamento de estratégias de seleção, conduziu-se este estudo para avaliar a potencialidade das características morfológicas do sêmen (defeitos espermáticos menores, maiores e totais), bem como da aptidão reprodutiva e perímetro escrotal aos 18 meses, como critérios de seleção de touros jovens da raça Nelore.

Material e Métodos

Dados

O banco de dados analisado foi obtido de quatro fazendas localizadas em São Paulo e Mato Grosso do Sul pertencentes à Agro-Pecuária CFM Ltda e composto por registros de perímetro escrotal obtidos aos 18 meses (CE18), de morfologia espermática e aptidão andrológica de touros da raça Nelore, filhos de 808 touros e 30.314 vacas, nascidos entre 1997 e 2004 e com média de 22,5 meses de idade.

O conjunto de dados inicial para as características andrológicas continha 35.904 informações no banco de dados, sendo considerados para análise apenas os registros referentes à primeira avaliação andrológica a qual cada indivíduo fora submetido, independente do estágio de maturação sexual. Outro arquivo continha os dados de desempenho obtidos até o sobreano, incluindo os registros de perímetros escrotais aos 550 dias. Após concatenação, os dados analisados foram compostos e 17.648 registros de morfologia e aptidão andrológica, sendo defeitos espermáticos maiores (DMA), defeitos espermáticos menores (DME), defeitos espermáticos totais (DT) e aptidão andrológica (APT) obtidas por ocasião dos exames andrológicos, além de 51.161 registros de perímetros escrotais aos 550 dias (PE18).

O arquivo inicial de dados continha as informações referentes aos animais com alguma medida válida e a partir deste foram eliminadas as informações referentes aos indivíduos: registros que apresentavam erros ou informações incompletas; com pais e mães desconhecidos ou filhos de reprodutores múltiplos; pertencentes aos grupos de contemporâneos (GCs) com menos de cinco animais com mensurações válidas e/ou pertencentes aos GCs em que os animais eram filhos de apenas um touro e informações fora de amplitude aceitável, neste caso, que se apresentavam além do intervalo da média, mais ou menos três desvios padrão da característica.

Os grupos de contemporâneos foram formados por animais nascidos no mesmo rebanho, no mesmo ano, na mesma estação, no mesmo grupo de manejo à desmama e ao sobreano.

O modelo utilizado incluiu como efeito fixo o grupo de contemporâneos de PE18 e das características andrológicas, e a idade do animal na mensuração como covariável linear. Para as características testiculares, os animais estavam distribuídos em 141 grupos de contemporâneos, já para a característica de perímetro escrotal aos 18 meses foram formados 1.528 grupos distintos. O banco de dados de pedigree constou de 101.687 animais. Além de ter sido objetivo das estimativas dos parâmetros genéticos, o PE18 foi utilizado como característica âncora, por ter sido aferida em todos os machos no sobreano, minimizando descartes de registros.

Perímetro escrotal

O perímetro escrotal foi obtido com auxílio de uma fita métrica, e depois de adequado tracionamento ventro-caudal das gônadas, e na região mais larga do escroto, tomou-se a medida. Esta característica foi aferida na idade próxima aos 18 meses.

Espermiograma

As patologias foram avaliadas em preparações úmidas, entre lâmina e lamínula, com aumento de 1.250 vezes sob objetiva de imersão, em microscopia de contraste de fase. Foram determinados os percentuais de defeitos dos espermatozóides, sendo classificados em defeitos maiores (DMA), menores (DME) e totais (DT), conforme preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (HENRY & NEVES, 1998).

Aptidão andrológica

Os touros foram classificados em duas classes de aptidão andrológica, com base nos padrões físicos e morfológicos do sêmen, preconizados pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (HENRY & NEVES, 1998) e padrões recomendados por GUIMARÃES (2009)².

² Comunicação pessoal, baseando-se na fisiopatologia da espermatogênese em animais jovens, na qual anomalias espermáticas não se mostraram relacionadas com a capacidade fecundante do ejaculado.

Manejo dos animais

Todos os animais foram manejados em pastagens de alta oferta qualitativa e quantitativa de forragens (composta, aproximadamente, de 40% *Brachiaria brizantha*, 50% *Panicum maximum* e 10% de outras gramíneas), recebendo durante todo o período sal mineral e água *ad libitum*. Os nascimentos se concentraram durante a primavera e o verão (agosto a dezembro), permanecendo os bezerros com suas respectivas mães até aproximadamente 210 dias de idade.

Todos os animais foram submetidos às avaliações de pesagens, escores visuais de aspectos morfológicos, na desmama e, ao sobreano, também foi medido o perímetro escrotal.

Todos os machos selecionados foram submetidos, na proporção de cerca de 20% geneticamente superiores de cada safra, à avaliação andrológica completa, com idade média de 22,5 meses.

Análises estatísticas

Para estimar os componentes de (co)variância, covariância e parâmetros genéticos das características estudadas, foi utilizado modelo linear misto, considerando o modelo animal. Em notação matricial o modelo linear uni-característica pode ser descrito da seguinte maneira:

$$y = X\beta + Za + e$$

em que,

Y = vetor das observações (PE18, DMA, DME, DT);

X= matriz de incidência dos efeitos fixos (grupos de contemporâneo);

Z = matriz de incidência dos efeitos genéticos diretos para os animais com mensuração (produtos, touros e vacas);

a = vetor de efeitos genéticos diretos do animal;

e = vetor dos erros aleatórios associados às observações.

Crêterios para a estimacão de β e a predic o de a foram propostos por HENDERSON (1973), de maneira a minimizar o erro quadrático da predic o, conduzindo ao melhor estimador linear de β e ao melhor preditor linear de a , respectivamente abreviados pelas siglas inglesas BLUE e BLUP, os quais são dados, no presente modelo, por:

$$\beta^0 = (X'V^{-1}X)^g X'V^{-1}y \quad e$$

$$\hat{u} = GZ'V^{-1}(y - X\beta^0)$$

sendo V a matriz de covariâncias de y , G   igual a $A\sigma_a^2$, e o operador g denota inversa generalizada. Uma vez que as expressões acima demandam a inversão da matriz V , que   geralmente de grande ordem ($n \times n$),   conveniente utilizar as "equa es de modelo misto" deduzidas inicialmente por HENDERSON (1973), e que demandam a inversão de matrizes de menor dimensão:

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta^0 \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{bmatrix}$$

Freqüentemente, a matriz R   admitida como sendo $I\sigma_e^2$, nesse caso, as equa es do modelo misto simplificam-se para:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + \sigma_e^2 G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta^0 \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

Incluindo os mesmos efeitos do modelo linear, para a APT, por se tratar de uma característica categórica, o modelo utilizado foi o de limiar, conforme:

$$U \mid \theta \sim N(W\theta, I\sigma_e^2)$$

U é o vetor da escala base de ordem r; $\theta' = (b', a')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s x b (definidos sob ponto de vista frequentista, como efeitos fixos) e a (como efeito aleatório); W é uma matriz de incidência conhecida de ordem r x p; I é uma matriz de identidade de ordem r x r; e σ_e^2 é a variância residual.

O método de análise utilizado foi o Bayesiano que adota um modelo hierárquico em que se especificam distribuições *a priori* para os parâmetros de interesse e, as inferências são feitas através dos resultados da integração da distribuição *a posteriori* conjunta, para a obtenção das distribuições marginais dos parâmetros.

Os métodos bayesianos envolvem a resolução de integrais complicadas. A implementação das cadeias de Markov (incluindo a amostragem de Gibbs) é uma solução encontrada para este problema. Embora possam surgir complicações para a convergência das cadeias, a solução é obtida quanto maior a proximidade que a distribuição *a posteriori* atinge da normal (BLASCO, 2001).

O modelo descrito estimou os componentes de variância via amostrador de *Gibbs*. Para tanto, foi assumida a distribuição uniforme para *a priori* dos efeitos fixos (β) e distribuições de *Wishart Invertida (IW)*, que é a forma multivariada da gama invertida, para os componentes de (co)variância genética (G) aditiva e residual (R_0) como representado abaixo:

$$p(\beta) \propto cte; G \sim IW(G_0, \nu_g), \text{ tal que } f(G/G_0, \nu_g) \propto (G)^{-1/2(\nu_g + m_g + 1)} \cdot e^{-1/2tr(G_0^{-1}G^{-1})},$$

Em que ν_g é número de graus de liberdade da distribuição, m_g é a ordem de G, G_0 é a matriz de parâmetro escala da distribuição de G.

Os elementos σ_e^2 de R_0 tiveram distribuição de gama invertida na forma

$$\sigma_e^2 \sim \Pi(s_0, \nu_r), \text{ tal que } f(\sigma_e^2 / s_0, \nu_r) \propto (\sigma_e^2)^{-1/2(\nu_r+2)} \cdot e^{-1/2(s_0\sigma_e^2)}.$$

Onde ν_r são os números de graus de liberdade das respectivas distribuições e s_0 são os parâmetros escala das distribuições de σ_e^2 .

No presente estudo foram implementadas 300.000 iterações para as cadeias de Gibbs, descartando as 30.000 primeiras e o intervalo utilizado entre cada amostragem foi de 30 iterações. O programa utilizado foi o GIBBS2F90, sob modelo animal, o qual incluiu como efeitos fixos, os grupos de contemporâneo e as idades do animal na mensuração da CE aos 18 meses e ao exame andrológico como covariáveis lineares, já o efeito genético aditivo direto e erro residual como efeitos aleatórios. Os parâmetros genéticos foram estimados pela média gerada nos 9.000 ciclos após o burn-in.

Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas das características estudadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de observações (N), média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), valores mínimos (Min) e máximos (Máx) do perímetro escrotal aos 18 meses e defeitos espermáticos de touros jovens da raça Nelore criados sob condições extensivas.

Característica	N	Média	DP	CV (%)	Min	Máx
PE18 (cm)	51.161	26,81	4,0	14,9	10,0	44,0
DME (%)	17.648	4,86	4,5	92,8	0	65,0
DMA (%)	17.648	14,39	11,8	82,0	0	95,5
DT (%)	17.648	19,24	13,6	70,7	0	99,0

PE18 – perímetro escrotal aos 18 meses em centímetros; DME – percentual de defeitos espermáticos menores; DMA – percentual de defeitos espermáticos maiores; DT – percentual de defeitos espermáticos totais.

A característica categórica aptidão andrológica (APT) também foi aferida em 17.648 indivíduos, cuja média foi $1,87 \pm 0,33$ e a mediana igual a 2,00. As idades médias dos animais ao sobreano e na avaliação andrológica foram, em ordem, de 18,05 e

22,46 meses. De forma geral, verificou-se que os defeitos espermáticos apresentaram elevados valores de coeficiente de variação denotando grande dispersão dos dados no conjunto amostral. Tal condição pode ser também decorrente do fato de somente terem sido considerados dados da primeira avaliação andrológica e ao grande número de animais em estádios distintos de maturidade sexual, concordando com FOLHADELLA et al. (2006) em estudo com touros da raça Gir (*Bos taurus indicus*), FRENEAU et al. (2006) na raça Nelore e HIGDON III et al. (1999) e SYLLA et al. (2007) em machos jovens de raças taurinas.

As estimativas de componentes de variância, herdabilidade e erros-padrão estão dispostos na Tabela 2, em que o PE18 apresentou herdabilidade alta e condizente aos achados de vários estudos na raça Nelore (DIAS et al., 2003; ELER et al., 2004; ELER et al., 2006; BOLLIGON et al., 2007).

Tabela 2 – Médias das estimativas de componentes de variância, herdabilidade (h^2) \pm erro-padrão (EP) do perímetro escrotal aos 18 meses, defeitos espermáticos e aptidão andrológica em touros jovens da raça Nelore criados sob condições extensivas.

Característica	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$h^2 \pm EP$
PE18 (cm)	2,56	3,87	0,40 \pm 0,001
DME (%)	0,76	18,95	0,04 \pm 0,003
DMA (%)	22,52	117,41	0,16 \pm 0,042
DT (%)	26,64	153,46	0,15 \pm 0,052
APT (1-2)	0,12	1,00	0,10 \pm 0,000

PE18 – perímetro escrotal aos 18 meses em centímetros; DME – percentual de defeitos espermáticos menores; DMA – percentual de defeitos espermáticos maiores; DT – percentual de defeitos espermáticos totais; APT – aptidão andrológica em classes (1-2).

As estimativas de herdabilidade para os defeitos espermáticos, DME, DMA e DT, foram de baixas magnitudes. Os resultados corroboram as estimativas obtidas em outros estudos na raça Nelore, como SARREIRO et al. (2002) e DIAS et al. (2006). Os primeiros autores estimaram herdabilidade de 0,07 para o total de anormalidades espermáticas e, DIAS et al. (2006) de 0,09, 0,16 e 0,11 para DME, DMA e DT, respectivamente, portanto também de magnitudes baixas.

Em comparação as estimativas de herdabilidades em *Bos taurus taurus*, os resultados foram variados. De forma similar ao atual estudo, SMITH et al. (1989) relataram baixos valores de herdabilidade para totais de espermatozóides normais e defeitos espermáticos secundários, sendo de 0,07 e 0,02, respectivamente. Todavia, estes autores estimaram moderada a alta magnitude da herdabilidade para defeitos espermáticos primários (0,31). Da mesma forma, KEALEY et al. (2006) relaram estimativas de herdabilidade moderada a alta para os defeitos espermáticos primários, de 0,30, assim como para os defeitos secundários e total de células normais de 0,33 e 0,35, respectivamente. Discordando destes autores, no presente estudo, nenhuma das características seminais é passível de resposta rápida pela seleção direta.

A estimativa de herdabilidade para APT foi de baixa magnitude, resultado semelhante aos obtidos por outros autores. SMITH et al. (1989) encontraram herdabilidade de 0,10, da mesma forma que DIAS et al. (2006) que reportaram valor idêntico para herdabilidade estimada para a aptidão ou classificação andrológica por pontos (CAP) em touros Nelore.

Espera-se, portanto, que a seleção do PE18 promova ganho genético rápido, ao passo que para as características morfológicas do sêmen (DME, DMA e DT) e APT a resposta à seleção individual seja lenta.

As correlações genéticas estimadas entre as características estudadas estão expostas na Tabela 3.

Tabela 3 – Média das estimativas das correlações genéticas entre perímetro escrotal aos 18 meses, defeitos espermáticos e aptidão andrológica em touros jovens da raça Nelore criados sob condições extensivas.

	CE18	DME	DMA	DT	APT
CE18 (cm)	1,00	-0,23	-0,16	-0,24	0,56
DME (%)		1,00	0,40	0,99	-0,74
DMA (%)			1,00	0,54	-0,40
DT (%)				1,00	-0,75
APT (1-2)					1,00

PE18 – perímetro escrotal aos 18 meses em centímetros; APT – aptidão andrológica em classes (1-2); DME – percentual de defeitos espermáticos menores; DMA – percentual de defeitos espermáticos maiores; DT – percentual de defeitos espermáticos totais.

As associações genéticas envolvendo o PE18 foram negativas com os defeitos espermáticos (DME, DMA e DT), embora baixas. Estes achados concordam com os obtidos por KNIGHTS et al. (1984) e KEALEY et al. (2006) que relataram baixas correlações genéticas entre CE e características seminais. Estes últimos autores também relataram correlações genéticas negativas, entre perímetro escrotal e defeitos espermáticos primários, secundários e totais, respectivamente, de -0,36; -0,45 e - 0,12 e positiva entre perímetro escrotal e total de espermatozóides normais (0,33). Por outro lado, DIAS et al. (2006), em touros Nelore, encontraram correlação genética negativa e alta entre perímetro escrotal e DME, de -0,67.

As correlações genéticas entre perímetro escrotal e os defeitos espermáticos obtidos no presente trabalho, indicam que o aumento pela seleção direta em longo prazo do perímetro escrotal proporcionará, como resposta correlacionada, redução do percentual de defeitos espermáticos e, por conseguinte, melhoria na qualidade seminal de touros jovens.

As estimativas de correlações genéticas envolvendo APT foram favoráveis tanto com PE18 como com os defeitos espermáticos, ou seja, mostraram-se positiva entre APT e PE18 e negativas entre APT com DME, DMA e DT. DIAS et al. (2006) também encontraram correlação genética positiva de 0,64, portanto favorável entre perímetro escrotal e a aptidão ou classificação andrológica por ponto (CAP). A seleção para PE18 sugeriu a possibilidade de ganho genético indireto para diminuição do percentual de anormalidades espermáticas e aumento de indivíduos aptos à reprodução. Entretanto, dada a baixa magnitude da herdabilidade, a APT não se configura como critério de seleção que promova progresso genético rápido para as características andrológicas estudadas.

O PE18 apresentou maior estimativa de herdabilidade e correlacionou-se de forma favorável com DME, DMA e DT, além da APT, sendo possível critério de seleção em touros jovens para melhoria da qualidade seminal e aptidão andrológica. Estes achados condizem com outros estudos na área da andrologia os quais descrevem que maiores perímetros escrotais estão associados fenotipicamente à maior produção espermática (THOMPSON et al., 1995) e qualidade seminal (COULTER & FOOTE,

1979; GIPSON et al., 1985, CHACÓN, 2001). Assim, a seleção para PE18 pode ser uma estratégia prática para se aumentar a proporção de touros jovens com qualidade seminal satisfatória e apta à reprodução. Diante da importância clínica e do impacto econômico da fertilidade do macho, sobretudo em rebanhos comerciais que utilizam a monta natural como sistema de cobertura, as características seminais bem como a aptidão ou classificação andrológica de touros poderão se configurar como critérios seleção caso sejam incorporados valores econômicos nas análises genéticas, devendo ser objeto de futuros estudos genético quantitativos.

Conclusões

Ao contrário do perímetro escrotal, as características morfológicas seminais e a aptidão andrológica não deverão responder rapidamente a seleção individual para melhoria da fertilidade de touros jovens.

A adoção do perímetro escrotal como critério de seleção não prejudica a incidência de patologias espermáticas e deve aumentar o número de touros zebuínos aptos para a reprodução nas condições extensivas de criação no Brasil.

REFERÊNCIAS

BARTH, A.D.; WALDNER, C.L. Factors affecting breeding soundness classification of bulls examined at the Western College of Veterinary Medicine. **Canadian Veterinary Journal**, v. 43, p. 274-284, 2002.

BLASCO, A. The Bayesian controversy in animal breeding. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2023-2046, 2001.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 565-571, 2007.

CHACÓN, J. Assessment of sperm morphology in zebu bulls, under field conditions in the tropics. **Reproduction Domestic Animal**, v. 36, p. 91-99, 2001.

CHACÓN, J.; PÉREZ, E.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, H. Seasonal variations in testicular consistency, scrotal circumference and spermiogramme parameters of extensively reared Brahman (*Bos indicus*) bulls in the tropics. **Theriogenology**, v. 58, p. 41-50, 2002.

COULTER, G.H.; FOOTE, R.H. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to reproductive traits in cattle: a review. **Theriogenology**, v. 11, p. 297-311, 1979.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1878-1882, 2003 (supl. 2).

DIAS; J.C.; ANDRADE, V.J.; FRIDRICH, A.B.; SALVADOR, D.F.; VALE FILHO, V.R.; CORRÊA, A.B.; SILVA, M.A. Estimativas de parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Nelore, de dois e três anos de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 388-393, 2006.

DUCROCQ, V.; HUMBLLOT, P. Genetic characteristics and evolution of semen production of young Normande bulls. **Livestock Production Science**, v. 41, p. 1-10, 1995.

ELER, J. P.; SILVA, J. A. I. I. V.; EVANS, J. L.; FERRAZ, J. B. S.; DIAS, F.; GOLDEN, B. L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2519-2527, 2004.

ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E.C.; MOURÃO, G.B. Genetic correlation between heifer pregnancy and scrotal circumference measured at 15 and 18 months of age in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, p. 565-570, 2006.

EVERETT, R.W.; BEAN, B.; FOOTE, R.H. Sources of variation of semen output. **Journal of Dairy Science**, v. 61, p. 90-95, 1978.

FRENEAU, G.E.; VALE FILHO, V.R.; MARQUES JR., A.P., W.S. MARIA, W.S. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 1107-1115, 2006.

FOLHADELLA, I.M.; SÁ, W.F.; FERREIRA, A.M.; CAMARGO, L.S.A.; VIANA, J.H.M.; RAMOS, A.A.; SILVA, M.V.G.B. Características andrológicas de touros da raça Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 809-815, 2006.

FONSECA, V.O.; BERGMANN, J.A.G.; FRANCO, C.S. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 49, p. 53-62, 1997.

FUERST-WALTL, B.; SCHWARZENBACHER, H.; PERNER, C.; SÖLKNER, J. Effect of age and environmental factors of semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 95, p. 27-37, 2006.

GELFAND, A.E.; SMITH, A.F.M. Sampling based approaches to calculating marginal densities. **Journal of the American Statistical Association**, v. 85, p. 398-409, 1990.

GIPSON, T.A.; VOGT, D.W.; MASSEY, J.W.; ELLERSIECK, M.R. Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls. **Theriogenology**, v. 24, p. 217-225, 1985.

GODFREY, R.W.; DODSON, R.E. Breeding soundness evaluations of Senepol bulls in US Virgin Islands. **Theriogenology**, v. 63, p. 831-840, 2005.

HENDERSON, C. R. Sire evaluation and genetic trends. In: ANIMAL BREEDING AND GENETICS SYMPOSIUM, 10., 1973, Champaign. **Proceedings...**Champaign: American Society of Animal Science, 1973. p. 10-41.

HENRY, M.; NEVES, J.P. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2. ed. Belo Horizonte, Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA), 1998. 49p.

HEIDELBERGER, P.; WELCH, P.D. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, v. 31, p. 1109-1144, 1983.

HIGDON III, H.L.; SPITZER, J.C.; HOPKINS, F.M.; BRIDGES JR., W.C. Outcomes of breeding soundness evaluation of 2898 yearling bulls subjected to different classification systems. **Theriogenology**, v. 53, p. 1321-1332, 2000.

KAPŠ, M.; POSAVI, M.; STIPIĆ, N.; MIKULIĆ, B. Genetic Evaluation of Semen and Growth Traits of Young Simmental Bulls in Performance Test. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 65, p. 15-20, 2000.

KEALEY, C.G.; MACNEIL, M.D.; TESS, M.W.; GEARY, T.W.; BELLOWS, R.A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 283-290, 2006.

MATHEVON, M.; DEKKERS, J.C.M.; BUHR, M.M. Environmental, management and genetic factors affecting semen production in French Montbéliard bulls. **Livestock Production Science**, v. 55, p. 65-77, 1998.

REGE, J.E.O.; TOE, F.; MUKASA-MUGERWA, E.; TEMBELY, S.; ANINDO, D.; BAKER, R.L.; LAHLOU-KASSI, A. Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. **Small Ruminant Research**, v. 37, p. 173-187, 2000.

SARREIRO, L.C.; BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; PINEDA, N.R.; FERREIRA, V.C.P.; SILVA, M.A. Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, p. 602-608, 2002.

SMITH, B.A.; BRINKS, J.G.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 2892-2896, 1989.

STALHÅMMAR, E.M.; JANSON, L.; PHILIPSSON, J. Genetic studies on fertility in AI bulls. I. Age, season and genetic effects on semen characteristics in young bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 19, p. 1-17, 1989.

SYLLA, L.; STRADAIOLI, G.; BORGAMI, S.; MONACI, M. Breeding soundness examination of Chianina, Marchigiana, and Romagnola yearling bulls in performance tests over a 10-year period. **Theriogenology**, v. 67, p. 1351-1358, 2007.

THOMPSON, J.A.; KUMI-DIAKA, J.; JOHNSON, W.H.; WILTON, J.W.; MANDELL, I.B. The determination and correlation of reproductive parameters of performance tested Hereford and Simmental bulls. **Theriogenology**, v. 44, p. 973-982, 1995.

IMPLICAÇÕES

Na raça Nelore as formas testiculares alongadas são predominantes, no entanto, por resposta correlacionada pela seleção para perímetro escrotal, há a tendência de aumento da frequência de formatos testiculares esféricos e as conseqüências desta possível mudança sobre a fertilidade dos touros deveriam ser objeto de estudos complementares.

Ao contrário das características morfológicas do sêmen e da aptidão andrológica, a seleção para características testiculares deverá resultar em rápido ganho genético, com maior vantagem para o perímetro escrotal aos 18 meses por ser geneticamente correlacionado de forma favorável às demais características andrológicas estudadas, ser facilmente mensurado, ter baixo custo operacional, ser abrangente a todos os machos em rebanhos numerosos e ter seu conceito difundido e relacionado ao melhoramento genético da fertilidade de machos e fêmeas nos meios científico, técnico e produtivo.