

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**ESTUDO GENÉTICO QUANTITATIVO DE CARACTERÍSTICAS
ANDROLÓGICAS E DE CARÇAÇA, MEDIDAS *IN VIVO* POR
ULTRASSONOGRRAFIA, EM TOUROS DA RAÇA NELORE,
UTILIZANDO INFERÊNCIA BAYESIANA**

Dyomar Toledo Lopes
Orientador: Prof. Dr. Cláudio de Ulhôa Magnabosco

GOIÂNIA
2009



Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás—UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **Dyomar Toledo Lopes** E-mail: **dyomix@yahoo.com.br**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? Sim Não

Vínculo Empregatício do autor: **Professor de Reprodução das Faculdades Objetivo** Agência de fomento: **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**

País: **Brasil** UF: **GO** CNPJ: **00889834/0001-08** Sigla: **CAPES**

Título: **ESTUDO GENÉTICO QUANTITATIVO DE CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS E DE CARCAÇA, MEDIDAS IN VIVO POR ULTRASSONOGRAFIA, EM TOUROS DA RAÇA NELORE, UTILIZANDO INFERÊNCIA BAYESIANA** Palavras-chave: **Genética, reprodução, qualidade de carcaça**

Título em outra língua: **Quantitative genetic study of andrology and carcass traits, mensured in vivo by ultrasound scan, in Nelore young bulls, using bayesian inference**

Palavras-chave em outra língua: **Genetic, reproduction, carcass quality**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **13/01/2010**

Programa de Pós-Graduação: **Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - EV/UFG**

Orientador(a): **Dr. Cláudio de Ulhôa Magnabosco** E-mail: **mclaudio@cnpaf.embrapa.br**

Co-orientador(1): **Profª. Maria Lúcia Gambarini** E-mail: **mlmeirinhos@yahoo.com.br**

Co-orientador(2): **Profª. Carina Ubirajara de Faria** E-mail: **carinauf@hotmail.com**

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ total parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[] Capítulos. Especifique:

[] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos ~~contendo~~ eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Dyomar T. Lopes

Dyomar Toledo Lopes
Assinatura do(a) autor(a)

Goiânia 20 de janeiro de 2010

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

DYOMAR TOLEDO LOPES

**ESTUDO GENÉTICO QUANTITATIVO DE CARACTERÍSTICAS
ANDROLÓGICAS E DE CARÇAÇA, AVALIADAS *IN VIVO* POR
ULTRASSONOGRRAFIA, EM TOUROS DA RAÇA NELORE,
UTILIZANDO A INFERÊNCIA BAYESIANA**

Tese apresentada para obtenção do grau
de Doutor em Ciência Animal junto à
Escola de Veterinária da Universidade
Federal de Goiás

Área de Concentração:
Produção Animal

Orientador:
Prof. Dr. Cláudio de Ulhôa Magnabosco - EMBRAPA

Comitê de Orientação:
Prof^a. Dr^a. Carina Ubirajara de Faria - UFU
Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Gambarini - UFG

GOIÂNIA
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GT/BC/UFG

L864e Lopes, Dyomar Toledo.
Estudo genético quantitativo de características andrológicas e de
carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia, em touros da raça nelore,
utilizando inferência bayesiana [manuscrito] / Dyomar Toledo Lopes. -
2009.

110 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio de Ulhôa Magnabosco. Co-
Orientadores: Prof.^a Dr.^a. Maria Lúcia Gambarini, Prof.^a Dr.^a. Carina
Ubirajara de Faria.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária, 2009.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras e tabelas.

1. Características andrológicas e de carcaça 2. Inferência Bayesiana
3. Bovino – Genética quantitativa - Estudos I. Título.

CDU: 619:636.291:575.16

DYOMAR TOLEDO LOPES

Tese defendida e aprovada em **13/01/2010** pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Claudio de Ulhoa Magnabosco
(ORIENTADOR (A))



Dr. José Benedito de Freitas Trovo - EMBRAPA/CENARGEN



Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Viu - UFG/Campus de Jataí-Goiás



Profa. Dra. Ana Christina Sanches - PUC/Goiás



Profa. Dra. Geisa Fleury Orsine - DPA/EV/UFG

RESUMO GERAL

Objetivou-se com este estudo estimar parâmetros genéticos de características indicadoras do desempenho reprodutivo de machos da raça Nelore visando identificar o melhor critério de seleção para qualidade seminal, além de verificar a existência de associações genéticas entre características de carcaça, obtidas *in vivo* por ultrassonografia, e características andrológicas. Obteve-se a medida do perímetro escrotal (PE), calculou-se o volume testicular médio (VTM), o peso testicular médio (PTM), o formato testicular (FORM) e realizou-se a avaliação da morfologia espermática de 1.265 touros Nelore com idade média de 21 meses, sendo os animais classificados em aptos ou imaturos (aptidão reprodutiva - AR). Procedeu-se a avaliação da carcaça *in vivo* por meio de ultrassonografia, obtendo-se as medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8). Para estimação dos parâmetros genéticos utilizou-se a inferência bayesiana por meio do software THRGIBBS1F90. Os resultados sugerem que a seleção para PE não seria eficiente na obtenção de progresso genético para qualidade seminal, tendo em vista sua associação favorável, porém de baixa magnitude, com os aspectos qualiquantitativos seminais. Dentre todas as características avaliadas, o VTM, o PTM e a FORM seriam mais adequados para uso como critério de seleção quando o objetivo é obter progresso genético para qualidade seminal de touros da raça Nelore por apresentarem herdabilidade de moderada magnitude e correlação favorável com a porcentagem de defeitos espermáticos. Acrescenta-se ainda que há resposta correlacionada favorável entre as características reprodutivas e de carcaça estudadas, possibilitando progresso genético simultâneo.

Palavras-chave: genética, qualidade de carcaça, reprodução

Aos meus amados pais, Adecy Batista Lopes e Rosinha M. Toledo Lopes, pelo apoio incondicional, pelo estímulo nos momentos difíceis, pelo amor e tempo dedicados, e pelas orientações a respeito dos melhores caminhos a seguir,

Ofereço.

*À minha noiva Katihenner Domingos Ramos e minha
filha Emilly N. Ramos, pelos sacrifícios que fizeram
para que pudesse concluir essa obra, pelo amor, apoio e
compreensão demonstrados mesmo nos momentos
difíceis e pela alegria de viver que me trazem,*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

No transcorrer desses três anos de pós-graduação convivi com uma série de pessoas que passaram a ser como uma segunda família. Com essas pessoas dividi alegrias, tristezas, aflições, experiências e conhecimentos.

Aos Professores e grandes amigos Marco Antônio de Oliveira Viu, Cláudio de Ulhôa Magnabosco, Benedito Dias de Oliveira Filho, Carina Ubirajara de Faria, Maria Lúcia Gambarini e José Benedito de Freitas Trovo, que me dedicaram peculiar atenção no decorrer de todo o curso, indicando-me os melhores caminhos e esforçando-se para transmitir conhecimentos. Agradeço a oportunidade de convívio, a paciência e a compreensão, a amizade e o aprendizado.

Aos professores Roberto Daniel Sainz e Raysildo Barbosa Lôbo, pelo auxílio incontestável na constituição do banco de dados.

Ao pós-graduando Henrique Trevizoli Ferraz pelos 13 anos de amizade e companheirismo e por estar sempre por perto nos momentos mais difíceis e importantes.

Aos amigos e componentes da equipe da Embrapa, Hélvio dos Santos Abadia, Vanessa Barbosa, Luciano Cavalcante Muniz, Ely Olímpio de Abreu (Meleta), Francisco José de Oliveira (Chicó), Mariana S. Mamede e José Roberto da Costa Júnior, sem os quais não seria possível a execução do projeto.

Aos acadêmicos dos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia - CAJ – UFG, Juliano Pereira Terra (Jujubas) e Bruno Carlos Pires (Indiã), pela dedicação e colaboração.

À CAPES pela concessão da bolsa durante todo o período do curso.

Seria injusto esquecer-me dos principais responsáveis por mais essa grande realização. Sem eles tudo isso não passaria de um sonho bonito. Sou eternamente grato pelo apoio incondicional dos meus pais, pelos sacrifícios que juntos fizeram para que eu pudesse concluir mais essa etapa do meu aprendizado, por diversas vezes terem abdicado de suas próprias realizações em função das minhas.

Agradecimento especial merece também minha noiva, Katihenner Domingos Ramos, pois nos momentos em que o mundo parecia desabar sobre meus ombros era ela quem me confortava e estimulava a seguir em frente.

E finalmente agradeço a Deus por me permitir dispor de tantas pessoas brilhantes que foram e continuam sendo de crucial importância para minha formação enquanto ser humano e também profissional.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
REFERÊNCIAS	04
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA	05
1 AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA	05
1.1 Características físicas e químicas do sêmen	06
1.2 Características morfológicas dos espermatozoides	08
1.3 Características morfológicas da bolsa testicular e dos testículos associados à termorregulação.....	09
1.4 Volume e formato testicular	12
1.5 Herdabilidades e correlações das características reprodutivas de machos	14
2 CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS À QUALIDADE DA CARÇAÇA, MEDIDAS <i>IN VIVO</i> , POR ULTRASSONOGRRAFIA	19
3 METODOLOGIA GENÉTICO ESTATÍSTICA	27
4 REFERÊNCIAS	32
CAPÍTULO 3 – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE TOUROS JOVENS DA RAÇA NELORE, POR MEIO DA INFERÊNCIA BAYESIANA.....	42
RESUMO	42
ABSTRACT	43
1 INTRODUÇÃO	44
2 MATERIAL E MÉTODOS	45
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4 CONCLUSÕES	57
5 REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO 4 – CORRELAÇÕES GENÉTICAS DE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS TESTICULARES E APTIDÃO REPRODUTIVA COM A QUALIDADE SEMINAL DE TOUROS JOVENS DA RAÇA NELORE.....	62
RESUMO	62
ABSTRACT	63

1 INTRODUÇÃO	64
2 MATERIAL E MÉTODOS	65
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4 CONCLUSÕES	85
5 REFERÊNCIAS	85
CAPÍTULO 5 – ASSOCIAÇÕES GENÉTICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS COM A QUALIDADE DE CARÇAÇA, OBTIDAS “IN VIVO” POR ULTRASSONOGRRAFIA, EM TOUROS NELORE JOVENS	91
RESUMO	91
ABSTRACT	92
1 INTRODUÇÃO	93
2 MATERIAL E MÉTODOS	94
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
4 CONCLUSÕES	106
5 REFERÊNCIAS	106
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	110

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

- Figura 1 Histogramas das estimativas de densidades posteriores de parâmetros genéticos (herdabilidade) para perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT), obtidos a partir de análises univariadas sob modelo animal..... 52

CAPÍTULO 4

- Figura 1 Distribuição dos defeitos totais em função do volume e do peso testicular em touros Nelore jovens..... 72
- Figura 2 Distribuição dos defeitos espermáticos totais de acordo com o formato testicular de touros Nelore jovens..... 75
- Figura 3 Histogramas das estimativas de densidades posteriores da herdabilidade para perímetro escrotal (PE), volume testicular (VTM), peso testicular (PTM), formato testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR), obtidos a partir de análises univariadas sob modelo animal linear-linear..... 78

CAPÍTULO 5

- Figura 1 Histogramas das estimativas de densidades posteriores de parâmetros genéticos (herdabilidade) para defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT), aptidão reprodutiva (AR), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8) obtidos a partir de análises univariadas sob modelo animal..... 105

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Número de observações (n), valor mínimo (Min), valor máximo (Max), médias ajustadas pelos quadrados mínimos (\bar{X}), variância fenotípica (σ_p^2) e desvio-padrão fenotípico (σ_p) das medidas relacionadas à qualidade seminal de 1265 animais	49
Tabela 2	Número de observações (n), média ajustada pelos quadrados mínimos (\bar{X}) e desvio-padrão (σ_p) das medidas relacionadas à qualidade seminal, segundo classificação dos touros em aptos ou sexualmente imaturos.....	50
Tabela 3	Estatística descritiva das estimativas de herdabilidade das características perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT), obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal.....	51
Tabela 4	Componentes de variância e parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal.....	53
Tabela 5	Estimativas dos parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises univariadas sob modelo animal pela metodologia da máxima verossimilhança restrita.....	54
Tabela 6	Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e erro padrão de monte carlo (diagonal inferior) entre perímetro escrotal (PE) e as características de qualidade seminal (defeitos maiores – DEFMAI, menores – DEFMEN e totais – DEFTOT), de bovinos da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas bivariadas sob modelo animal.....	56

CAPÍTULO 4

Tabela 1	Número de observações (n), valor mínimo (Min), valor máximo (Max), médias ajustadas pelos quadrados mínimos (\bar{X}), variância fenotípica (σ_p^2) e desvio-padrão fenotípico (σ_p) das medidas relacionadas à biometria testicular e à qualidade seminal de 1.265 animais.....	70
----------	--	----

Tabela 2	Número de observações (n), média ajustada pelos quadrados mínimos (\bar{X}) e desvio-padrão (σ_p) das medidas de biometria testicular e qualidade seminal segundo a aptidão reprodutiva dos touros.....	73
Tabela 3	Frequências das formas dos testículos (razão LARG/COMP) de touros Nelore.....	74
Tabela 4	Estatística descritiva das estimativas de herdabilidade das características perímetro escrotal (PE), volume testicular médio (VTM), peso testicular médio (PTM), formato testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR), obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal.....	76
Tabela 5	Estimativas dos componentes de variância e herdabilidade para as características perímetro escrotal (PE), volume testicular médio (VTM), peso testicular médio (PTM), formato testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas univariadas.....	79
Tabela 6	Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e erro padrão de monte Carlo (diagonal inferior) entre perímetro escrotal (PE), volume testicular (VTM), peso testicular (PTM), forma testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas bivariadas sob modelo animal.....	83

CAPÍTULO 5

Tabela 1	Número de observações (n), valor mínimo (Min), valor máximo (Máx), médias (\bar{X}), variância fenotípica (σ_p^2) e desvio-padrão fenotípico (σ_p) das medidas relacionadas à qualidade seminal e à qualidade da carcaça medidas <i>in vivo</i> por ultrassonografia em 223 animais da raça Nelore.....	98
Tabela 2	Estimativas dos componentes de variância e herdabilidade para as características defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8) além do erro padrão de monte carlo (EPMC) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal.....	100

Tabela 3	Correlações genéticas aditivas (r_g) e erro padrão de monte Carlo (EPMC) entre defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN), totais (DEFTOT), aptidão reprodutiva (AR), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas bivariadas sob modelo animal.....	103
----------	---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS

AOL - área de olho de lombo
AR - aptidão reprodutiva
BLUP – melhor preditor linear não viesado
CBRA - Colégio Brasileiro de Reprodução Animal
CNPAF - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
DEFMAI - defeitos espermáticos maiores
DEFMEN - defeitos espermáticos menores
DEFTOT - defeitos espermáticos totais
DEP - diferença esperada na progênie
EG - espessura de gordura subcutânea
EGC - espessura de gordura medida na carcaça
EPMC - Erro Padrão de Monte Carlo
EUA - Estados Unidos da América
F1 - primeira geração
FORM - forma testicular
GO - Goiás
 h^2 - herdabilidade
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
L - comprimento testicular
MARM - marmoreio
Max - valor máximo
MCMC - Markov Chain Monte Carlo
Min - valor mínimo
ML – máxima verossimilhança
MT - Mato Grosso
MTDFREML - Multiple Trait Restricted Maximum Likelihood
MTGSAM - Multiple Trait Gibbs Sampler for Animal Models
n - número de observações
P - precocidade
P8 - espessura de gordura subcutânea na garupa
PCQ - peso da carcaça quente
PE - perímetro escrotal
PE i - perímetro escrotal corrigido para idade

PE ip - perímetro escrotal corrigido para idade e peso

pH - potencial hidrogeniônico

PT - peso testicular

PTM - peso testicular médio

\Re - método de Reverter

r - correlação

RC - região de credibilidade

REML - restricted maximum likelihood

r_g - correlação genética

US - ultrassom

VT - volume testicular

VTM - volume testicular médio

W - largura testicular

\bar{X} - média

σ^2 - variância fenotípica

σ_a^2 - variância genética aditiva

σ_e^2 - variância residual

σ_p^2 - variância fenotípica

σ_p - desvio padrão fenotípico

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

A pecuária e a agricultura são segmentos de grande importância para o sustento e desenvolvimento da economia nacional. A pecuária bovina nacional, com 202,2 milhões de cabeças (IBGE, 2008), destaca-se no cenário mundial, sendo a atividade de corte de grande importância econômica, com indicadores que apontam seu fortalecimento como produtora de alimentos e geradora de divisas (EUCLIDES FILHO, 2000). Embora existam deficiências nos segmentos da cadeia produtiva da carne bovina, demonstrada pelos baixos índices zootécnicos médios da pecuária nacional, sua importância para o agronegócio brasileiro é incontestável.

Acontecimentos como períodos prolongados de seca na Austrália e problemas sanitários nos Estados Unidos da América e Europa permitiram a abertura de novos mercados para o Brasil, que fechou o ano de 2003 como o maior exportador de carne bovina do mundo permanecendo até os dias atuais. No entanto, para que o país possa se manter nesta posição, deverá melhorar tanto a produtividade do rebanho, quanto a qualidade de seu produto, de forma a atender às exigências dos mercados consumidores (BARBOSA, 2003).

Em virtude das novas exigências mercadológicas impostas pelo processo de globalização da economia, o setor tem apresentado mudanças significativas no sistema de produção, com a finalidade de conferir maior competitividade produtiva e econômica à atividade pecuária. A exploração técnica de bovinos, assim como qualquer tipo de exploração zootécnica, tem por objetivo a maximização dos rendimentos, visando à sustentabilidade do agronegócio diante da globalização.

Um dos fatores determinantes para o sucesso na bovinocultura de corte é a capacidade reprodutiva de touros (OLIVEIRA FILHO et al., 2002). Admite-se que o touro usado em monta natural seja fundamental para o progresso genético de um rebanho, apesar de sua presença física dificilmente ultrapassar os 5%. Isso ocorre devido ao fato de um reprodutor servir grande número de fêmeas (SILVA et al., 1993).

A inclusão de características indicadoras da performance reprodutiva dos machos em programas de seleção é um aspecto importante para a melhoria

da fertilidade da população (PEREIRA, 2008). VARGAS et al. (1998) relataram que, devido ao maior diferencial de seleção exercido nos machos, pode-se esperar melhores respostas da seleção para fertilidade nos mesmos, em comparação às fêmeas.

Porém, apenas melhorar a eficiência reprodutiva nos sistemas de produção não é suficiente para manter a pecuária nacional em posição de destaque no cenário mundial. Atualmente as exportações brasileiras se fazem, na maioria, à demanda de mercados menos exigentes e que buscam preços mais atraentes. Porém, a cada ano, mais países demonstram interesse por produtos que atendam a determinados padrões de qualidade, ou seja, já não buscam preços em detrimento deste outro atributo (EUCLIDES FILHO, 2000).

Há uma tendência atual de buscar animais precoces que atendam às exigências do mercado em termos de quantidade e qualidade de carne, o que tem mostrado a necessidade de mudanças nos critérios de seleção. Não se pode selecionar animais apenas baseando-se em dados de peso como única característica a ser explorada, mas observar também características de precocidade, crescimento e terminação (JORGE JÚNIOR et al., 2001). Fica evidente a necessidade de identificar animais geneticamente superiores para precocidade sexual e também para qualidade de carcaça. Essa tarefa seria facilitada se fosse constatada a existência de resposta correlacionada favorável entre tais características.

Em relação às características reprodutivas verifica-se que a seleção não é fácil de ser aplicada devido à grande influência de fatores ambientais, tais como o manejo e a alimentação. Entretanto, estudos realizados com dados de bovinos da raça Nelore mostram que as herdabilidades para perímetro escrotal são de média a alta magnitude (MERCADANTE et al., 2000; SILVA et al., 2008; VIU, 2009). Atualmente, os programas de melhoramento genético têm utilizado o perímetro escrotal como principal característica indicadora de precocidade sexual e fertilidade. No entanto, são poucas as informações sobre o comportamento genético de características reprodutivas ligadas à qualidade seminal.

Nesse sentido, torna-se de extrema importância para o delineamento de programas de seleção o conhecimento dos parâmetros genéticos de características relacionadas à capacidade reprodutiva de touros, o que permite

antever a possibilidade de sucesso com a seleção. Também é fundamental que as metodologias de estimação dos componentes de (co)variância sejam corretamente aplicadas, pois estes componentes serão utilizados para o cálculo dos parâmetros genéticos que darão origem aos valores genéticos. É necessário que os valores genéticos estimados sejam o mais próximo possível dos valores biológicos, para aumentar a eficiência do programa de seleção, gerando maior progresso genético. Neste contexto, a inferência bayesiana é mais uma alternativa para solucionar problemas relacionados à avaliação genética de dados categóricos, situação comum quando se trata de características reprodutivas.

A proposta deste estudo foi estimar os parâmetros genéticos de características reprodutivas avaliadas em touros da raça Nelore e verificar suas relações com as características de qualidade de carcaça, medidas por ultrassonografia, utilizando modelos bayesianos. A obtenção destas estimativas permitirá determinar a melhor forma de inclusão de tais características em programas de melhoramento, com intuito de obter progresso genético, por meio da seleção.

REFERÊNCIAS

- 1- EUCLIDES FILHO, K. Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado. Campo Grande: **EMBRAPA-CNPGC**, 2000. 66p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 85).
- 2- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/default_ant.php. Acesso em: 02 de Ago. 2009.
- 3- JORGE JÚNIOR, J.; PITA, F.V.C.; FRIES, L.A.; ALBUQUERQUE, L. G. Influência de alguns fatores de ambiente sobre os escores de conformação, precocidade e musculatura à desmama em um rebanho da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n. 6, p. 1697-1703, 2001.
- 4- MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 997-1004, 2000.
- 5- OLIVEIRA FILHO, B.D.; OLIVEIRA, C. M. G.; GAMBARINI, M.L.; SILVA JÚNIOR, R.P.; RUTZ, T.L. Considerações técnico-econômicas da avaliação andrológica em sistemas de produção de rebanhos de corte. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília, n.27, p. 51-58, 2002.
- 6- PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Editora FEP-MVZ; 493p.; Belo Horizonte, 2008.
- 7- SILVA, A.E.D.F.; DODE, M.A.N.; UNANIAN, M.M. **Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e fatores que a influenciam**. Campo Grande: Embrapa - CNPGC. Documentos 51, 1993, 128p.
- 8- SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; ALBUQUERQUE, L.G.; ELER, J.P.; BORGES, J.C.; GUIMARÃES, F.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: Embrapa Sudeste, p.1-4, 2008. [CD-ROM].
- 9- 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**, Champaign, v.76, p.2536-2541, 1998.
- 10- VIU, M.A.O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil**. Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

1 AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA

A fertilidade é, inquestionavelmente, uma das mais importantes características a ser considerada, tanto nos sistemas produtivos de carne quanto nos de leite. Economicamente, o mérito reprodutivo é cinco vezes mais importante para o produtor de bezerros do que o desempenho no crescimento e dez vezes mais importante do que a qualidade do produto (BERGMAN, 1993).

Quando se discute o componente “touro” isoladamente, conclui-se que a importância da fertilidade do macho é maior do que a de qualquer fêmea individualmente, já que o touro pode se acasalar com número maior de fêmeas, tanto na monta natural como na inseminação artificial (BARBOSA et al., 2005).

Historicamente, coube a Williams, em 1920, nos Estados Unidos, os primeiros relatos sobre infertilidade ou subfertilidade do touro, quando esse autor estabeleceu as relações entre essas características e alterações no sêmen. Mais tarde, LAGERLÖF (1934), na Suécia, classificou as alterações dos espermatozoides e lançou as bases do espermiograma, bem como a sua interpretação.

O exame andrológico criterioso é imprescindível para touros que se destinam à reprodução (BICUDO et al., 2007). Em regiões tropicais, recomenda-se a primeira avaliação de animais *Bos taurus taurus* com 12 meses, no início da maturação sexual, enquanto que nos *Bos taurus indicus* entre 12 e 24 meses (VALE FILHO, 2001). Porém, existem relatos de que, aos 12 meses, animais *Bos taurus indicus* ainda não possuem maturidade sexual que indicasse a avaliação nesta idade (SCHMIDT-HEBBEL et al., 2000; CHACÓN, 2001).

A avaliação da aptidão reprodutiva de um macho destinado à reprodução fundamenta-se na observação da saúde geral, saúde hereditária, saúde genital, *potentia coendi* e *potentia generandi*, tendo como indicações: seleção e comercialização de reprodutores; avaliação do potencial reprodutivo na pré-estação de monta; diagnóstico de distúrbios reprodutivos; diagnóstico da

ocorrência da puberdade; e preservação de sêmen *in vitro* (RODRIGUEZ-MARTINEZ, 2005).

Segundo o Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998), a avaliação andrológica deve seguir o seguinte protocolo:

a) Identificação detalhada:

- do animal; e
- do proprietário e da propriedade.

b) Exame clínico:

- anamnese;
- exame físico geral;
- do sistema genital (prepúcio, pênis, glândulas anexas, partes tubulares, testículos, epidídimos e escroto); e
- do comportamento sexual (libido) e temperamento.

c) Espermiograma:

- método de coleta do ejaculado;
- características físicas do ejaculado;
- características morfológicas dos espermatozoides; e
- outros elementos.

d) Diagnóstico e ou conclusão

O manual editado pelo CBRA descreve minuciosamente cada etapa acima enumerada, constituindo importante referência para informações mais detalhadas (CBRA, 1998).

1.1 Características físicas e químicas do sêmen

As características físicas e químicas do ejaculado compreendem volume, cor, aspecto, odor, concentração ou densidade, capacidade desidrogenante, respiratória e frutolítica, motilidade de massa, vigor e pH (MIES FILHO, 1982).

Segundo o manual do CBRA (1998):

- a) Volume: deve ser expresso em mililitros (mL). Este valor pode ser relativo, dependendo do método de coleta de sêmen. O método pela vagina artificial apresentará valores mais próximos dos fisiológicos.
- b) Aspecto: a avaliação é visual e representa principalmente a cor e a aparência, que depende fundamentalmente da concentração de espermatozóides e eventual presença de sangue, pus, urina, células epiteliais, detritos, etc. A cor geralmente é esbranquiçada, branca, marfim ou amarelada. As colorações avermelhada, marrom e cinza escuro são indicativos de sangue vivo, sangue hemolisado e sujeira, respectivamente. A aparência poderá ser denominada de cremosa, leitosa, opalescente, serosa ou aquosa, correspondendo, aproximadamente, a uma determinada concentração espermática.
- c) Movimento de massa (turbilhão): é observado somente nos ruminantes (sêmen fresco), sendo este em forma de ondas observadas em uma gota do ejaculado. A intensidade deste movimento é resultante da motilidade, do vigor e da concentração espermática. Esta avaliação é basicamente subjetiva e deverá ser expressa utilizando uma classificação de zero a cinco. Esta característica é muito afetada por fatores extrínsecos, tais como método de coleta, condições de preservação e temperatura da amostra.
- d) Motilidade: é expressa em percentagem conforme a proporção de espermatozóides que apresentam motilidade. Também é uma avaliação subjetiva, podendo estar sujeita a variação na dependência do treinamento do técnico. O valor deverá expressar a percentagem total de espermatozóides móveis. Quando a percentagem de espermatozóides móveis não representar a proporção de espermatozóides com motilidade progressiva, os valores de motilidade deverão ser expressos separadamente como motilidade total e progressiva. Quando necessário, para melhor visualização, poder-se-á diluir o sêmen em extensores, previamente aquecidos, como por exemplo solução de citrato de sódio (2,94%). Outros métodos menos subjetivos como fotomicrografia ou avaliação computadorizada poderão ser utilizados.
- e) Vigor: representa a força do movimento que acaba influenciando a velocidade com que os espermatozóides se movimentam. O mesmo é classificado de zero a cinco, onde zero é ausência de movimento progressivo, com

deslocamento de cauda lateral fraco e inexpressivo, e cinco resulta em movimento vigoroso e veloz dos espermatozóides, geralmente progressivos.

- f) Concentração: representa o número de espermatozóides por milímetro cúbico (mm^3) ou centímetro cúbico ($1\text{cm}^3=1\text{mL}$). O procedimento mais comum para se obter a concentração espermática consiste na contagem das células na câmara de Neubauer. Pode-se utilizar ainda a espectrofotometria e o Micro-cell-counter®. Deve vir expresso no laudo o número total de espermatozóides por ejaculado, resultante da concentração multiplicada pelo volume.

1.2 Características morfológicas dos espermatozóides

Como dito anteriormente, couberam a Williams, em 1920, nos Estados Unidos, os primeiros relatos sobre infertilidade ou subfertilidade do touro, quando esse autor estabeleceu as relações entre essas características e alterações no sêmen. Mais tarde, LAGERLÖF (1934), na Suécia, classificou as alterações dos espermatozóides e lançou as bases do espermograma, bem como a sua interpretação.

BLOM (1950) classificou as anormalidades celulares dos ejaculados em três grupos:

- a) Anomalias espermáticas primárias: este primeiro grupo reuniu aquelas anormalidades que tiveram origem devido a desordens do epitélio seminífero (formas anormais de cabeça; anomalias do desenvolvimento do acrossomo; e certas anomalias da peça intermediária e da cauda).
- b) Anomalias espermáticas secundárias: reúnem aquelas anomalias que aparecem afetando o espermatozóide formado, como resultado de condições não fisiológicas, possivelmente desde o epidídimo até o momento da ejaculação. As anomalias secundárias compreendem: cabeças normais destacadas, espermatozóides com gotas citoplasmáticas, caudas dobradas ou enroladas e desprendimento da *galea capitis*. Em touros normais as cabeças destacadas podem ocorrer em percentagem baixa e uma elevação nesta pode ser um achado inicial de degeneração testicular.

c) No terceiro grupo o autor reuniu outras células primitivas, comumente verificadas em touros com degeneração testicular, tais como hemácias (em casos de acidentes), piócitos (em casos de processo inflamatório) e, considerando normais as proporções de 1:1.000 e 1:10.000 espermatozóides, respectivamente, para as células epiteliais e medusas expelidas com o sêmen.

Essa classificação foi duramente criticada por outros autores (RAO, 1971; MIES FILHO, 1982). Como consequência, BLOM (1973) apresentou uma nova classificação para as anomalias espermáticas baseada na importância dos defeitos, dividindo as anormalidades em defeitos maiores, menores e totais. O autor agrupou as anomalias de maior gravidade dentro de defeitos maiores, incluindo os defeitos graves de cabeça, sendo eles, cabeça piriforme, pequena anormal e cabeça isolada anormal. Os outros defeitos maiores são: contorno anormal; subdesenvolvido; acrossoma defeituoso (*knobbed sperm*); diadema (*pouch formation*); defeitos da peça intermediária; gota citoplasmática proximal; e cauda fortemente dobrada ou enrolada (*dag defect*). Os defeitos menores são os de menor gravidade e incluem: cabeça delgada; cabeça pequena anormal; cabeça gigante; cabeça curta ou larga; perda da membrana acrossômica; implantação abaxial; gota citoplasmática distal; cabeça decaptada normal (isolada); e cauda simplesmente dobrada ou enrolada. Outros defeitos compreendem: formação de medusa; células espermiogênicas primitivas; células gigantes e prepuciais; leucócitos; e hemácias.

1.3 Características morfológicas da bolsa testicular e dos testículos associados à termorregulação

Para produção de espermatozóides férteis, a temperatura testicular dos touros deve ser 2 a 5 °C abaixo da corporal. Submetidos à temperatura ambiente elevada podem apresentar elevação da temperatura corporal e, conseqüentemente, da testicular, afetando assim a qualidade do sêmen (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

Vários fatores contribuem para a regulação da temperatura testicular. O plexo pampiniforme é uma complexa rede de vasos que rodeia a artéria testicular.

Toda a estrutura (rede venosa e arterial) é adequadamente chamada de cone vascular testicular. No cone vascular o sangue arterial é refrigerado na medida em que o calor é transferido da artéria testicular para a veia em um sistema clássico de transferência de calor por contra-corrente (SENGER, 2002).

A pele escrotal é usualmente delgada e sem pelo. Existe um sistema sanguíneo e linfático subcutâneo, com vasos localizados superficialmente, facilitando a transferência de calor. Um aumento na temperatura testicular causa dilatação destas arteríolas por ação direta do calor e também por ação simpática (KASTELIC et al., 2009).

A túnica dartos, uma capa delgada de músculo liso abaixo da pele escrotal, é controlada por nervos simpáticos e se contrai e relaxa em ambientes frios e quentes, respectivamente. O músculo cremáster também se contrai ou relaxa aproximando ou distanciando os testículos do abdômen (HAFEZ & HAFEZ 2004).

A sudorese e as respostas corporais generalizadas contribuem para o resfriamento testicular. A densidade das glândulas sudoríparas é maior na pele escrotal do que em qualquer outra parte do corpo em touros. A resposta geral corporal inclui um aumento na frequência respiratória quando a temperatura escrotal superficial chega a 35 °C. Quando a temperatura escrotal alcança valores maiores (38 a 40 °C) a frequência respiratória se torna bastante acelerada, podendo reduzir toda a temperatura corporal em até 2 °C (KASTELIC et al., 2009).

Alterações na forma do cone vascular testicular ou mesmo na forma dos testículos e bolsa escrotal, podem afetar a forma de dissipação de calor e, conseqüentemente, a temperatura testicular (BRITO et al., 2004).

Muitos experimentos têm sido conduzidos mostrando a influência da temperatura sobre a atividade reprodutiva, no caso do macho, sobre a função testicular em touros (LAGERLOF, 1934; CASADY et al., 1953; AUSTIN et al., 1961; GERONA & SIREN, 1970).

BRITO et al. (2002) estudaram touros *Bos indicus*, *Bos taurus* e cruzamentos com o intuito de determinar o efeito da idade e do grupo genético nas características do escroto, testículos, cone vascular, produção espermática e qualidade do sêmen. Concluíram que a redução da qualidade seminal estava

associada ao aumento da circunferência escrotal e redução do cone vascular. Acrescentaram ainda que as características do escroto, dos testículos e do cone vascular estão associadas com a produção e qualidade espermática.

O mecanismo pelo qual a temperatura afeta a função testicular ainda não está bem estabelecido (WAITES & SETCHELL, 1964), embora pareça ser causado pela hipóxia que acomete o testículo quando o mesmo é exposto à alta temperatura, que também pode afetar o metabolismo dos espermatozóides presentes no testículo (BRITO et al., 2002).

O tamanho e a morfologia dos testículos são dependentes de mecanismos genéticos e do efeito ambiental. Estes, por sua vez, irão definir a morfologia da bolsa testicular como consequência da pressão exercida pelos testículos e por influência dos andrógenos, em ação combinada, por ocasião da descida testicular (PINTO, 1994).

Em estudo conduzido com caprinos nativos do nordeste brasileiro, NUNES et al. (1983) observaram que existem animais cuja morfologia escrotal difere daquela dos animais oriundos de clima temperado. Nestes, o saco escrotal engloba os dois testículos. Em alguns animais nascidos nos trópicos, o saco escrotal se divide, a ponto de individualizar cada testículo em uma bolsa testicular própria, ocorrendo também situações intermediárias, onde a separação existe somente ao nível da parte inferior do testículo. Trata-se de um processo de seleção natural, onde os mais adaptados ao meio ambiente sobrevivem e perpetuam seu material genético. A separação da bolsa testicular em duas unidades distintas aumenta consideravelmente a superfície escrotal disponível para cada testículo, aumentando assim a superfície de evaporação quando as temperaturas ambientais são elevadas. Neste mesmo estudo pode ser demonstrado que os animais que possuíam saco escrotal bipartido apresentaram vantagens na qualidade do sêmen e poderiam, provavelmente, mostrar maior eficiência reprodutiva e produtiva do que os não bipartidos.

PINTO (1987) observou que, durante as mensurações que envolviam o perímetro escrotal (PE) em reprodutores zebuínos da raça Nelore, a morfologia da bolsa testicular e dos testículos de alguns animais apresentavam-se diferenciadas das de animais europeus e que, portanto, deveriam ser estudados os padrões de medidas testiculares para os zebuínos. Segundo esse autor, a tendência em

bipartir ou parcial divisão da bolsa testicular de reprodutores zebuínos, de clima tropical e subtropical, sugere ter havido uma seleção natural para melhor termorregulação.

1.4 Volume e formato testicular

O perímetro escrotal (PE) é uma mensuração facilmente obtida, com alta repetibilidade entre avaliadores, além de ser uma característica que possui herdabilidade moderada a alta (DIAS et al., 2003), correlacionada favoravelmente com o ganho em peso (VALENTIM et al., 2002), produção espermática (PALASZ et al., 1994; SANTOS et al., 1998; KASTELIC et al., 2001) e qualidade seminal dos touros (SILVA et al., 2002). No entanto, segundo BAILEY et al. (1998), o PE é uma medida indireta da massa testicular, que não considera a variação individual na forma dos testículos e na qual a espessura da parede da bolsa escrotal é erroneamente somada.

Na preocupação de aumentar a precisão da escolha de reprodutores, novas características têm sido estudadas além do PE como, por exemplo, o volume testicular (BAILEY et al., 1996; UNANIAN et al., 2000), a forma dos testículos (BAILEY et al., 1998) e o formato da bolsa testicular (PINTO, 1994).

Os testículos de um touro normal são simétricos e de forma ovóide. De uma vista caudal do escroto, os testículos são geralmente mais largos que o funículo espermático. Porém, alguns touros têm testículos mais longos e delgados ou estreitos. Esta forma é uma variação normal e touros que têm esse tipo de formato testicular possuem PE menor do que a média da raça. Porém, quando se procede a avaliação andrológica, estes animais apresentam produção e qualidade espermática semelhante aos touros com testículos mais esféricos (BAILEY et al., 1996).

O formato testicular, sendo uma característica de conformação, pressupõe-se ser altamente herdável. Os formatos básicos são: normal ou em formato de garrafa; achatado nas laterais; e formato de cunha. Os touros com testículos de formato normal, geralmente apresentam melhor desenvolvimento gonadal, mas o mais importante é que esses animais provavelmente possuem

melhor termorregulação, fazendo com que a forma influencie diretamente a produção espermática (COULTER, 1994).

Segundo revisão de UNANIAN et al. (2000), as formas testiculares mais alongadas apresentaram vantagens morfofisiológicas, sendo apontadas como favoráveis à reprodução.

Os estudos de BAILEY et al. (1996), mostraram que somente o PE não constitui medida representativa da produção espermática e, portanto, do potencial reprodutivo dos machos. Segundo estes autores, os testículos mais longos, como frequentemente encontrados nas raças zebuínas, apresentam maior superfície de contato com o meio ambiente, o que facilita a termorregulação. Além disso, a distribuição dos vasos sanguíneos e do tecido espermático é mais uniforme, melhorando qualiquantitativamente o sêmen. Eles também observaram que os testículos de forma mais longa apresentaram volumes semelhantes às demais formas.

Segundo UNANIAN et al. (2000), frequentemente os reprodutores bovinos apresentam a forma ovóide dos testículos, porém a variação para formas alongadas é comum, principalmente em zebuínos, podendo causar a ocorrência de perímetros menos expressivos que em taurinos. Essa característica pode ser extremamente vantajosa, ainda mais considerando que testículos menos esféricos apresentam maior superfície de contato com o meio ambiente, facilitando a termorregulação, além de possibilitar a distribuição mais uniforme dos vasos sanguíneos e tecido espermático, favorecendo os padrões seminais.

No estudo de BAILEY et al. (1996), para se determinar a forma dos testículos usou-se a razão entre a sua largura e o seu comprimento (largura/comprimento), na escala 1,00 a 0,50, onde 1,00 significa largura = comprimento e 0,50 largura = $\frac{1}{2}$ do comprimento. Em função desta escala foram estabelecidas as seguintes formas: razão 1 \leq 0,50 = testículo longo; razão 2 de 0,51 a 0,625 = testículos longo/moderado; razão 3 de 0,626 a 0,750 = testículo longo/oval; razão 4 de 0,751 a 0,875 = testículo oval/esférico; e razão 5 $>$ 0,875 = testículo esférico.

UNANIAN et al. (2000) analisaram características de volume e forma testiculares em touros jovens da raça Nelore e relataram que os valores médios de PE, comprimento, largura e volume aos 18 meses de idade, foram

236,81±22,36 mm; 79,31±11,16 mm; 42,92±5,83 mm e 239,26±90,56 mm³, respectivamente. Acrescentaram ainda que 87% dos animais apresentaram testículos com forma longa e, em 74%, houve mudança da forma com a idade.

VIU et al. (2006) trabalharam com touros Nelore de 17 a 24 meses de idade e observaram que predominaram as formas alongadas dos testículos e o volume médio variou com a idade. Encontraram ainda correlação fenotípica positiva ($r=0,36$) entre forma testicular e PE, além de correlação fenotípica negativa entre forma e defeitos maiores ($r=-0,27$), defeitos menores ($r=-0,13$) e defeitos totais ($r=-0,26$). Da mesma forma, também relataram correlação fenotípica negativa entre volume testicular e defeitos maiores ($r= -0,27$), defeitos menores ($r= -0,20$) e defeitos totais ($r= -0,28$).

Considerando estas diferenças, possivelmente o volume testicular seja mais apropriado para comparar o tamanho testicular entre taurinos e zebuínos e, talvez, o volume testicular seja um melhor preditor do desenvolvimento testicular em zebuínos (VIU, 2009).

1.5 Herdabilidades e correlações das características reprodutivas de machos

A herdabilidade é o parâmetro que expressa a proporção da variação fenotípica total que é atribuída ao efeito médio dos genes, o que é determinado pelo grau de semelhança entre os parentes em comparação com não aparentados, dentro da mesma população (CARDELLINO & ROVIRA, 1983; FALCONER, 1989). Em outras palavras, trata-se de um parâmetro que quantifica a participação do ambiente na determinação de uma característica (FORNI, 2003), sendo um conceito estatístico que varia de uma população para outra, de característica para característica e de uma época para outra (PEREIRA, 1999).

A herdabilidade é o parâmetro genético de maior utilidade para o melhorista, uma vez que ela permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, refletindo a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada. Assim sendo, ela mede a confiabilidade do valor fenotípico como um indicador preditivo (RAMALHO et al., 1990).

De acordo com FORNI (2002), quando a herdabilidade de uma característica é baixa, esta evidencia que grande parte da variação da característica é devida aos diferentes ambientes aos quais os indivíduos estão sujeitos e/ou a efeitos genéticos não aditivos. Quando se tem altos valores para a herdabilidade significa que as diferenças genéticas aditivas entre os indivíduos são responsáveis, em grande parte, pela variação da característica.

A correlação é a medida do quanto uma característica pode ser influenciada indiretamente pela seleção de outra. A seleção para uma característica é importante não somente pelos reflexos em sua expressão, como também no de outras, dependentes em maior ou menor grau (PEREIRA, 1999).

No melhoramento animal é de suma importância o conhecimento de características associadas em um mesmo indivíduo. Em algumas situações torna-se útil, quando não necessário, avaliar uma característica de forma indireta, principalmente se a seleção em uma destas características é difícil em razão da baixa herdabilidade, ou quando a característica apresenta problemas de medição e/ou identificação, ou então possui expressão tardia, mais ainda, por ser restrita a um sexo. Daí a grande importância das correlações, que permitem conhecer o grau de dependência entre as características (MASCIOLO, 1995).

A correlação fenotípica tem causas genéticas e ambientais, porém só as causas genéticas (pleiotropia e ligações gênicas) envolvem uma associação de natureza herdável (GIANONI & GIANONI, 1989).

De acordo com FALCONER (1989), as causas de correlação genética entre duas características podem ser permanentes ou transitórias. A causa permanente é a pleiotropia, quando alguns dos genes que afetam uma característica afetam a outra também. Uma causa transitória é a ligação gênica "*linkage*", quando genes que estão muito próximos no cromossomo agem conjuntamente, porém esta correlação tende a desaparecer à medida que o *crossing-over* vai separando os genes que estavam originalmente próximos.

Devido à importância dos zebuínos para a pecuária nacional, vários trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de estimar parâmetros genéticos para perímetro escrotal. A respeito das outras medidas biométricas testiculares complementares, tais como peso, volume e formato testicular, a literatura especializada ainda é bastante carente (VIU et al., 2006).

Com o intuito de estimar as tendências e os parâmetros genéticos e fenotípicos do PE de machos Nelore, pertencentes às populações selecionadas e controle da Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho, CYRILLO et al. (2001) descreveram herdabilidade de 0,44 para esta característica.

Trabalhando com animais da raça Nelore, PEREIRA et al. (2000) estimaram parâmetros genéticos para PE e características reprodutivas de fêmeas e descreveram herdabilidade de 0,51 para PE, além de correlações entre esta característica e idade ao primeiro parto (-0,22), dias para o parto (-0,04), intervalo de partos (0,10) e duração da gestação (-0,04).

ORTIZ PEÑA et al. (2001) estimaram parâmetros genéticos do PE, corrigido para idade (PEi) e corrigido para idade e peso corporal (PEip) de bovinos Nelore, pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML). As herdabilidades estimadas foram 0,41; 0,40 e 0,47 para PE, PEi e PEip, respectivamente. Estes autores acrescentaram ainda que estes valores indicam que os três critérios de seleção podem trazer progresso genético por seleção.

PEREIRA et al. (2002) objetivaram estimar os coeficientes de herdabilidade para PE, bem como a correlação genética entre o mesmo e outras características reprodutivas pelo método REML. Estes autores descreveram herdabilidade de 0,47 para PE, sendo sua correlação com a idade ao primeiro parto de -0,39, com dias para o parto de 0,02 e com duração da gestação de 0,02.

Com o intuito de estimar os parâmetros genéticos de características andrológicas utilizando o modelo de meio irmãos paternos, SMITH et al. (1989) estudaram dados de touros Hereford, Angus e Red Angus e obtiveram estimativas de herdabilidade para motilidade (0,08), defeitos primários (0,31), defeitos secundários (0,02) e circunferência escrotal (0,40).

SILVEIRA (2004) estimou parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas, avaliadas na ocasião do exame andrológico, de touros Nelore pelo método REML. Os valores de herdabilidade obtidos foram: PE (0,37), formato testicular (0,12), volume testicular (0,33), turbilhonamento (0,11), motilidade (0,08), vigor (0,05), defeitos espermáticos maiores (0,20), menores (0,03) e totais (0,19).

KEALEY et al. (2006) estudaram estimativas de herdabilidade e correlações genéticas para PE e características seminais em touros Hereford pelo

método REML. Os autores relataram as seguintes estimativas de herdabilidade para PE (0,57), concentração (0,16), motilidade (0,22), porcentagem de espermatozóides normais (0,35), porcentagem de espermatozóides vivos (0,22), anormalidades primárias (0,30) e secundárias (0,33). Relataram também as seguintes correlações genéticas entre PE e concentração (0,77), motilidade (0,34), porcentagem de espermatozóides normais (0,33), porcentagem de espermatozóides vivos (0,63), anormalidades primárias (-0,36) e secundárias (-0,45). Esses autores acrescentaram ainda que a pressão de seleção exercida no sentido de aumentar a PE terá como consequência a melhoria das outras características reprodutivas avaliadas.

Estudando a herdabilidade de características reprodutivas em 579 touros Nelore pelo método REML, DIAS et al. (2006) obtiveram as seguintes estimativas para consistência testicular, motilidade, vigor, defeitos espermáticos maiores, menores e totais foram, respectivamente, 0,46; 0,10; 0,08; 0,16; 0,09 e 0,11.

DIAS et al. (2008) estimaram as correlações genéticas de características reprodutivas em 579 touros Nelore pelo método REML. As correlações genéticas entre PE e as características peso corporal, volume testicular, motilidade, vigor, defeitos menores e totais foram, respectivamente, 0,72; 0,99; 0,72; 0,60; -0,67 e -0,12.

Com o intuito de obter os coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas das características biométricas testiculares de touros da raça Nelore por meio da inferência Bayesiana, SILVA et al. (2008) utilizaram o programa GIBBS2F90, sob modelo animal e descreveram estimativas de herdabilidade de 0,42; 0,41; 0,23 e 0,22 para PE aos 18 meses, PE no momento da coleta de sêmen, volume testicular e forma testicular, respectivamente. O PE aos 18 meses foi correlacionada geneticamente com o PE no momento do exame andrológico ($r=0,84$) e volume testicular ($r=0,44$).

VIU (2009) estudou parâmetros genéticos e fenotípicos das características de biometria testicular e qualidade seminal em 1.265 touros da raça Nelore utilizando a metodologia REML. O autor obteve estimativas de herdabilidade para PE, volume testicular médio segundo Bailey e peso testicular, defeitos maiores, menores e totais, respectivamente, 0,44; 0,30; 0,30; 0,10; 0,03 e

0,12. As correlações genéticas do PE com volume, peso, defeitos maiores, menores e totais foram, respectivamente, 0,82; 0,82; -0,25; -0,08; -0,21 e -0,45.

2 CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS À QUALIDADE DA CARÇAÇA MEDIDAS *IN VIVO* POR ULTRASSONOGRRAFIA

Com a tendência de diminuição do ciclo de produção e a maior demanda por carne de melhor qualidade, há necessidade de alterar a forma da curva de crescimento, para que se obtenha um animal com peso e acabamento adequados para o abate em uma idade cada vez menor. A curva de crescimento poderia ser alterada pela seleção para algumas características. Em relação às características de desempenho ponderal já existem programas bem definidos, mas no que se refere à qualidade e produtividade de carcaça, pouco tem sido feito. Para que se possa fazer uma seleção eficiente deve-se identificar características indicadoras da qualidade e rendimento de carcaça (FIGUEIREDO, 2001).

Visando a avaliação indireta das características ligadas à carcaça, foi criada uma escala de medidas observadas visualmente, por meio de pontuações (escores), amplamente utilizado para estimar o grau de acabamento da carcaça. Os escores visuais de conformação e musculatura podem ser importantes para selecionar animais que produzem mais carne (DIBIASI, 2006).

Segundo BARBOSA (2003), outra opção seria a obtenção *post mortem* de medidas relacionadas à qualidade e rendimento de carcaça. Embora a obtenção dessas características em animais abatidos seja uma alternativa razoável, ela apresenta dois grandes problemas. O primeiro é que o método requer um teste de progênie no qual os animais devem ser abatidos. O teste de progênie é um eficiente método de se predizer o mérito genético, mas é dispendioso e demanda longos períodos de tempo. O segundo problema é que a coleta de dados tem de ocorrer em locais apropriados (frigoríficos) e exige uma cooperação íntima entre quem faz a coleta e quem utiliza os dados para a avaliação genética. Este procedimento também introduz uma fonte de erros, pois uma falha na transferência de um dos dados pode prejudicar o processo por inteiro. Os erros são difíceis de serem detectados e, quando detectados, nem sempre podem ser corrigidos (BARBOSA, 2003).

Outra opção para obtenção dessas medidas seria a utilização do ultrassom. Rapidez e confiabilidade são pontos que atribuem a esta tecnologia,

alto grau de repetibilidade em suas mensurações na carcaça. Medidas de carcaças com o uso da ultrassonografia apresentam considerável acurácia em rendimento de carne e aceitável predição em termos de qualidade (PERKINS et al., 1997).

Esta técnica consiste em uma alta frequência de ondas sonoras, acima da capacidade auditiva humana (16.000 ciclos/segundo). Geralmente, para animais vivos, são utilizadas frequências entre 1,0 e 5,0 MHz, sendo mais utilizadas frequências entre 3 e 3,5 MHz para avaliação de carcaça, possibilitando a identificação quantitativa dos tecidos muscular e adiposo através da diferença de impedância acústica (HOUGHTON & TURLINGTON, 1992).

Segundo TAROUCO (2004), o ultrassom foi utilizado pela primeira vez no Brasil em animais da raça Nelore em 1992, em uma prova de ganho em peso. Dois anos depois o departamento técnico da Empresa Yakult iniciou a campanha para utilização desta tecnologia em programas de seleção.

O objetivo principal da utilização da técnica de ultrassonografia é obter, de forma rápida e barata, informações de carcaça que permitam a avaliação da composição corporal de animais vivos, subsidiando a seleção de animais com carcaças uniformes e específicas para determinados mercados (TAROUCO, 2004).

Segundo BARROS (1993), a ultrassonografia é usada, basicamente, para quatro finalidades dentro das técnicas de avaliação *in vivo* de carcaças: avaliação da composição corporal dos reprodutores (machos e fêmeas) e de seus descendentes; avaliação dos lotes (grupos contemporâneos) quanto à deposição de gordura, por exemplo, para fins de determinação do momento ótimo de abate; seleção, na fazenda, do gado para mercado e abate, sendo uma ferramenta extra para auxiliar no processo de seleção/descarte no rebanho; valorização do gado comercial no mercado, em particular no mercado de leilões, valorização de lotes e de reprodutores com características positivas para rendimento de carcaça (BARROS, 1993).

A aplicação do ultrassom como uma ferramenta de pesquisa para estudar características de carcaça de bovinos, incluindo a fisiologia do crescimento e desenvolvimento, representa uma inovação tecnológica (WILLIAMS, 2002).

Atualmente, existem três principais indicadores de medidas em carcaças de animais vivos que permitem a coleta de informações por ultrassom: espessura de gordura subcutânea (EG), área de olho de lombo (AOL) e gordura de marmoreio (MARM). A EG representa a gordura localizada entre a 12^a e 13^a costela, logo acima do músculo *longissimus dorsi* (contra-filé). A AOL é uma medida também realizada sobre o músculo *longissimus dorsi*, entre a 12^a e 13^a costela e prediz a quantidade total de carne, sendo utilizada para calcular o rendimento da carcaça. O MARM é uma medida, em porcentagem, tomada diretamente sobre o músculo *longissimus dorsi* entre a 11^a, 12^a e 13^a costelas e serve para predizer a quantidade de gordura intramuscular ali depositada (DIBIASI, 2006).

A espessura de gordura subcutânea tem grande importância na industrialização da carne, sendo fundamental no processo de resfriamento da carcaça. O resfriamento deve ser feito de forma lenta e gradual para não causar encurtamento das fibras e, por conseguinte, o endurecimento da carne. A falta de gordura de cobertura permite perda excessiva de água, ocasionando, além da perda de peso, o escurecimento da carne durante o período de resfriamento. A consequência é a diminuição do peso dos cortes comerciais e menor qualidade da carne (FIGUEIREDO, 2001).

Segundo LUCHIARI FILHO (2000), a AOL, medida entre a 12^a e 13^a costelas, é utilizada como indicador de composição de carcaça. Esta medida tem sido relacionada à musculosidade e como indicador de rendimento dos cortes de alto valor comercial. O mesmo autor relata também que esta característica tem uma correlação positiva com a porção comestível da carcaça.

O conhecimento dos parâmetros e valores genéticos é de fundamental importância para o delineamento de programas de seleção em bovinos de corte, pois permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção. Para a inclusão dessas características, bem como qualquer outra, em um programa de melhoramento genético, é indispensável o conhecimento dos parâmetros genéticos, principalmente a herdabilidade e as correlações com outras características, pois esses fatores é que determinarão o sucesso do programa de seleção (FARIA, 2007).

SILVA et al. (2003a) estimou correlações entre medidas *in vivo* obtidas por ultrassom e medidas obtidas após o abate em novilhos Nelore. A correlação entre AOL obtida por ultrassom e a pós-abate foi 0,89 enquanto que entre EG por ultrassom e após o abate foi 0,77. Porém, os autores fizeram a ressalva de que houve uma tendência de subestimação da EG medida pelo ultrassom.

Estudando 48 machos inteiros das raças Brangus e Nelore com o intuito de obter equações para estimar o peso da carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça (RC) a partir de medidas realizadas na carcaça e também por ultrassom, SILVA et al. (2003b) concluíram que a estimativa do PCQ e RC usando medidas obtidas por ultrassom foram semelhantes às aquelas em que foram utilizadas as mesmas medidas tomadas diretamente na carcaça.

SILVA et al. (2004) verificaram a viabilidade de utilização da ultrassonografia para estimar a EG no momento do abate de 24 machos inteiros Brangus e 24 Nelore. A correlação entre espessura de gordura medida na carcaça (EGC) e EG obtida por ultrassom foi de 0,86, quando obtidas aos 142 dias de confinamento. Acrescentaram ainda que as medidas de ultrassom podem ser úteis para classificar grupos de animais para abate em igual acabamento.

Estudando 162 animais da raça Braford, avaliados em dois anos para determinar a exatidão do ultrassom em estimar a EG e a AOL, TAROUÇO et al. (2005) relataram que os coeficientes de correlação simples entre as características medidas por ultrassom e a EG e AOL, medidas na carcaça após o abate, foram de 0,95 e 0,97, indicando que o ultrassom pode ser um estimador acurado das características de carcaça em bovinos de corte.

SUGUISAWA et al. (2006a) avaliaram as correlações entre as medidas ultrassonográficas e as características de carcaça de 115 bovinos jovens (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchim) em um sistema de produção de novilho superprecoce. Os resultados demonstram que a AOL tem relação com a musculabilidade da carcaça ($r = 0,30$) e que, à medida que há seleção para o incremento desta característica, ocorre diminuição da EG, como resultado da correlação negativa da EG com o tecido muscular ($r = -0,38$). Os autores acrescentaram ainda que as correlações envolvendo a AOL e a EG por ultrassom e as mesmas medidas na carcaça apresentaram resultados similares, validando a

utilização da técnica da ultrassonografia como alternativa para predição das características da carcaça de bovinos.

Foi avaliada a utilização da ultrassonografia como técnica para predição da composição da carcaça de 115 bovinos jovens (Nelore, ½ Angus Nelore, ½ Simental Nelore e Canchin) criados no sistema de produção do novilho superprecoce. Após 120 dias de confinamento foram realizadas medidas da AOL e da EG via ultrassonografia, sendo essas mesmas medidas obtidas também na carcaça após abate. Os autores concluíram que os coeficientes de determinação das equações de predição da composição da carcaça baseados na ultrassonografia foram semelhantes àqueles obtidos nas equações que utilizaram as mesmas medidas na carcaça após o abate, demonstrando que o ultrassom pode ser utilizado para predição de alguns parâmetros da composição da carcaça SUGUISAWA et al. (2006b).

DIBIASI (2006) analisou 401 registros de diferenças esperadas na progênie (DEPs) e estimaram correlações de Pearson entre as DEPs de PE e precocidade (P), PE e EG; PE e MARM. De maneira geral, os resultados não mostraram antagonismo genético entre PE e EG ($r=0,11$) e entre PE e P ($r=0,36$). A associação entre PE e MARM não foi conclusiva, pois os resultados não foram estatisticamente significativos. A autora concluiu que os métodos de avaliação da precocidade de terminação estudados apresentaram correlação favorável com a característica indicadora de precocidade sexual, sendo ambos indicados para a composição de índices de seleção que busquem animais mais equilibrados.

POLIZEL NETO et al. (2009) correlacionaram medidas tomadas na carcaça e ultrassônicas em novilhos castrados Nelore e F1 Brangus x Nelore terminados em regime de pastagem. A correlação entre AOL obtida por ultrassom e após abate foi 0,47 e entre EG obtida por ultrassom e após o abate foi 0,64.

Estudando parâmetros genéticos para características de carcaça obtidas *in vivo* por ultrassom em dois bancos de dados de animais Hereford, ARNOLD et al. (1991) descreveram os seguintes valores de herdabilidade para as EG (0,26) e AOL (0,25). Os autores também relataram correlação genética de -0,21 entre essas duas características.

MOSER et al. (1998) coletaram medidas de EG e AOL por ultrassom (US) e também na carcaça (CARC) após abate em animais Brangus e

analisaram pelo método da máxima verossimilhança restrita. As estimativas de herdabilidade para EG-CARC, AOL-CARC, EG-US, AOL-US foram, respectivamente, 0,27; 0,39; 0,11; e 0,29. As correlações genéticas entre EG-CARC e EG-US, AOL-CARC e AOL-US foram, respectivamente, 0,69 e 0,66. Os autores acrescentaram ainda que as correlações genéticas favoráveis e de alta magnitude entre medidas de carcaça e de ultrassom indicam que estas são úteis para prever valores genéticos para essas características.

Herdabilidades de AOL (0,41) e EG (0,19) foram descritas por FIGUEIREDO (2001) que estudou essas características em animais da raça Nelore pelo método REML.

BARBOSA (2003) estimou parâmetros genéticos para características relacionadas com a qualidade e rendimento de carcaça, medidas por meio de ultrassom em animais Nelore, utilizando a inferência bayesiana. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade para AOL, EG e P8 foram 0,64; 0,41 e 0,65, respectivamente. As correlações genéticas obtidas foram: AOL e PE (0,25), AOL e EG (0,17), AOL e P8 (0,11), EG e P8 (0,54), P8 e PE (0,09) e EG e PE (0,06). A autora acrescenta ainda que os resultados obtidos sugerem que existe variabilidade genética suficiente para a incorporação das características em programas de melhoramento genético.

Estimativas de herdabilidade para AOL (0,29), EG (0,44) e P8 (0,62) além de correlações entre as DEP's para AOL e EG (0,10), AOL e P8 (0,10), EG e P8 (0,54) foram descritas por SAINZ et al. (2003), utilizando a metodologia BLUP sob modelo animal. Os autores acrescentaram ainda que a correlação entre AOL e EG foi baixa porém positiva, indicando que ser possível fazer seleção para maior musculosidade e melhor acabamento simultaneamente.

YOKOO et al. (2009) estimaram parâmetros genéticos para características de carcaça medidas por meio de ultrassonografia em animais da raça Nelore, utilizando a método REML em análise multicaracterística. Os autores obtiveram as seguintes herdabilidades para AOL, EG e P8, respectivamente, 0,37; 0,55 e 0,43, indicando que a utilização dessas características como critérios de seleção, em programas de melhoramento genético, pode promover progresso genético rápido.

A partir das observações de 1.325 animais da raça Guzerá, LIMA NETO et al. (2009) estimaram os parâmetros genéticos para as características AOL, EG e P8, avaliadas por meio da técnica da ultrassonografia. Os componentes de (co)variância foram estimados pelo método REML. As estimativas de herdabilidade, a partir de modelos uni e bivariadas, foram 0,35 e 0,34 para AOL, 0,20 e 0,32 para P8 e 0,05 e 0,10 para EG. As estimativas de correlações genéticas foram 0,05 entre AOL e EG; 0,02 entre AOL e P8 e 0,64 entre as duas medidas de espessura de gordura. De acordo com os autores, os resultados indicam que é uma mensuração suficiente para a adequada avaliação das características e que a seleção direta para essas características pode resultar em carcaças mais musculosas e de melhor acabamento. Indicam ainda ausência de antagonismo genético entre a seleção para AOL e espessura de gordura na carcaça.

KEMP et al. (2002) coletaram medidas de carcaça (CARC) após abate e também nos animais vivos por meio de US em 2.855 animais da raça Angus. Parâmetros genéticos e ambientais foram estimados utilizando o método REML. As estimativas de herdabilidade para AOL-CARC, EG-CARC, MARM-CARC, AOL-US, EG-US e MARM-US foram, respectivamente, 0,45; 0,35; 0,42; 0,29; 0,31 e 0,51. Correlações genéticas entre medidas de carcaça e de ultrassom para AOL, EG e marmoreio foram, respectivamente, 0,69; 0,82 e 0,90. De acordo com os autores, a correlação favorável e de alta magnitude entre as medidas de carcaça e de ultrassom indicam que esta técnica é um alternativa para coleta de dados de carcaça para programas de teste de progênie.

Os componentes de variância e parâmetros genéticos de características de carcaça obtidas por ultrassonografia, medidas em 907 animais da raça Santa Gertrudis, utilizando o método REML foram estudados por KARSBURG et al. (2004). As estimativas de herdabilidade para as características AOL e EG foram, respectivamente, 0,23 e 0,05.

HASSEN et al. (1999) colheram informações de características de carcaça após abate, e medidas por ultrassom em 970 animais taurinos para avaliar o efeito de diferentes idades na acurácia dos modelos de predição para porcentagem de cortes, peso de cortes e peso da carcaça quente. De acordo com os autores, as características de carcaça medida por meio de ultrassom aos 365

dias podem ser usadas para prever as características do produto final com a mesma acurácia que quando obtidas aos 448 dias de idade também por US.

Estudando o crescimento e as características de carcaça de 800 animais Nelore mocho, com o intuito de determinar qual a melhor idade para realizar a coleta das imagens, MAGNABOSCO et al. (2003) concluíram que, para tourinhos Nelore criados a pasto, a melhor idade para a avaliação da carcaça por ultrassonografia é entre 18 e 21 meses.

3 METODOLOGIA GENÉTICO ESTATÍSTICA

Para utilizar informações de qualquer característica em programas de seleção, seja ela reprodutiva, de crescimento ou de carcaça, é indispensável que se conheça muito bem o comportamento da mesma, além de adequar a melhor metodologia para análise e interpretação dos dados colhidos.

De acordo com MAGNABOSCO et al. (2001), o aprimoramento dos métodos utilizados para estimação dos componentes de (co)variância têm sido uma preocupação constante dos pesquisadores ao longo dos anos, uma vez que as metodologias empregadas para a obtenção dos valores genéticos individuais para diversas características de interesse econômico utilizam-se dessas estimativas.

MAGNABOSCO et al. (2001) e FARIA et al. (2007) fizeram um breve histórico a respeito da evolução dos métodos empregados com o intuito de estimar os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos. Segundo estes autores, a análise de variância, conhecida como ANOVA, era o método possível de se estimar esses componentes de variância, porém requeria que os dados analisados fossem balanceados. Geralmente em dados de campo, situação bastante comum no melhoramento animal, os dados não são balanceados, portanto, não há uma única solução para a soma de quadrados. Apesar das restrições associadas à aplicação dos métodos da ANOVA utilizando dados não balanceados, tais métodos, por serem pouco exigentes computacionalmente, foram bastante utilizados.

HENDERSON (1953) apresentou as equações dos modelos mistos (EMM) para dados não balanceados, tornando-se conhecidos como métodos I, II e III de Henderson. Os métodos de Henderson, por sua vez, foram empregados nas décadas de 1970, sendo o método III utilizado até finais dos anos 80. Nesta década, o método da máxima verossimilhança (ML) passou a ser empregado na estimação de componentes de variância, porém em pequenos conjuntos de dados, uma vez que era mais exigente, computacionalmente, do que os métodos de ANOVA e de Henderson.

Na década de 1980 foi possível a aplicação do método da máxima verossimilhança restrita (REML), sugerido por PATERSON & THOMPSON (1971),

que eliminava o viés existente no método ML. Atualmente o REML é o método mais utilizado para estimação dos componentes de variância, sendo seu uso intensificado pela disponibilidade de programas computacionais como o MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995).

A escola Bayesiana foi fundada por Laplace, por meio de vários trabalhos publicados de 1774 a 1812, e durante o século XIX ocupou papel preponderante na inferência científica. Porém, em melhoramento genético animal, o método bayesiano foi introduzido por Daniel Gianola, desenvolvendo trabalhos praticamente em todas as áreas do melhoramento animal na década de 1990 (LEE, 1994).

A aplicação de métodos de Markov Chain Monte Carlo (MCMC), dentre os quais se destaca a Amostragem de Gibbs (Gibbs Sampling - GS), pode ser utilizada como uma ferramenta para propiciar uma inferência Bayesiana. A amostragem de Gibbs é um procedimento de integração numérica, usado na estimação das distribuições conjuntas e marginais de todos os parâmetros do modelo, por meio da reamostragem de todas as distribuições condicionais da cadeia de Markov. É uma técnica para a obtenção indireta de variáveis aleatórias de uma distribuição (marginal), sem a necessidade de calcular sua densidade de probabilidade (MAGNABOSCO et al., 2001).

A Inferência Bayesiana está fundamentada no teorema de Bayes, desenvolvido por Thomas Bayes, matemático britânico que, a princípio, utilizou a probabilidade indutivamente e estabeleceu as bases matemáticas para as inferências probabilísticas. O teorema é usado na inferência estatística para atualizar estimativas da probabilidade de que diferentes hipóteses sejam verdadeiras, baseado nas observações e no conhecimento de como essas observações se relacionam com as hipóteses (SORENSEN, 1995).

Conforme descrito por MAGNABOSCO et al. (2001), os métodos de probabilidade inversa que baseiam-se no Teorema de Bayes estabelece que:

$$p(\theta|Y) = \frac{p(Y|\theta) \cdot p(\theta)}{p(Y)}$$

Com base no argumento que $p(Y)$ não é uma função de θ , o Teorema de Bayes é geralmente apresentado na forma:

$$p(\theta|Y) \propto p(\theta) p(Y|\theta)$$

onde $p(\theta)$ é a densidade de probabilidade a priori de θ , a qual reflete o grau de conhecimento acumulado sobre os possíveis valores de θ , antes da obtenção de informações contidas em Y ;

$p(Y|\theta)$ é a função de verossimilhança de Y , que representa a contribuição de Y ao conhecimento de θ ;

$p(\theta|Y)$ é a densidade de probabilidade posterior de θ , a qual inclui o grau de conhecimento prévio sobre θ “atualizado por informações adicionais” contidas em Y ; e

\propto é o operador proporcional a ;

A teoria bayesiana, portanto, baseia-se em probabilidades condicionais (MAGNABOSCO et al. 2001).

Recentemente, métodos bayesianos têm propiciado novas perspectivas a questões relacionadas à estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos, sendo utilizados como uma opção para solução de problemas relacionados às estimativas de componentes de variância em modelos de limiar para dados categóricos (SORENSEN et al., 1995; ALTARRIBA et al., 1998; VAN TASSEL et al., 1998; VARONA et al., 1999; LUO et al., 2001).

O desenvolvimento de metodologias específicas para análise de dados categóricos surgiu graças à necessidade dos pesquisadores em estudar e utilizar características, tais como dificuldade de parição e probabilidade de permanência no rebanho, em programas de melhoramento genético (MARCONDES et al., 2005).

As metodologias empregadas assumindo modelo linear ignoram a natureza discreta dos dados categóricos, e a análise procede como se os dados fossem de caráter contínuo. Já no modelo de limiar, assume-se como distribuição normal, a variável não observável, que é subjacente para a variável discreta, sendo que a conexão da variável discreta com a escala subjacente contínua é conseguida por um conjunto de limiares fixos. Desta forma, a variável subjacente é descrita pelo modelo linear, mas a relação da subjacente com a escala

observada é não linear, caracterizando o modelo de limiar (SORENSEN et al., 1995).

A melhor predição linear não viesada (BLUP), conforme salientado por GIANOLA (1983), não seria apropriada para as variáveis categóricas, pois violariam várias pressuposições existentes nas metodologias de modelos mistos. Para avaliação de características discretas, os modelos lineares não são, teoricamente, adequados pelo fato destas não apresentarem distribuição normal. Apesar deste empecilho, estes modelos têm sido preferidos em relação aos de limiar devido à facilidade de aplicação, tanto em modelo animal como modelo de touro, tendo sido utilizados em diversos estudos com dados categóricos (KOURY FILHO, 2001; KOURY FILHO, 2005; KIPPERT et al., 2006).

O *software* MTGSAM *Threshold*, desenvolvido por VAN TASSEL et al. (1998), que utiliza a Amostragem de Gibbs, tem sido aplicado para dados categóricos sob modelo de touro e modelo touro avô-materno. Em modelo animal, alguns autores (LUO et al., 2001; MARCONDES, 2005) encontraram dificuldades para atingir a convergência da cadeia de Gibbs, tanto em análises univariadas como bivariadas. Recentemente, foram desenvolvidos os softwares DMU (MADSON et al., 2006) e THRGIBBS1F90 (TSURUTA & MIZTAL, 2006), que aplicam a estatística bayesiana na estimação de componentes de (co)variâncias de características categóricas utilizando modelos lineares e limiares.

MARCONDES et al. (2005) utilizaram modelo de limiar e modelo linear sob análise Bayesiana via *software Multiple Trait Gibbs Sampler for Animal Models* no estudo da característica permanência no rebanho de vacas Nelore e concluíram que o modelo de análise considerado para *stayability*, sob enfoque bayesiano, não influencia a classificação dos animais quanto aos valores genéticos preditos.

Realizando análises genéticas de características reprodutivas discretas utilizando modelos lineares e de limiar, MATOS et al. (1997) constataram que as estimativas de parâmetros genéticos obtidos com modelos de limiar e touro avô materno pode aumentar a resposta à seleção para características reprodutivas em ovelhas por ser mais eficaz em detectar a herdabilidade das características.

VARONA et al. (1999) analisaram dados referentes às características peso ao nascimento e facilidade de parto de animais Gellbvieh, adotando a inferência bayesiana e utilizando modelos lineares e de limiar univariados e

bivariados. Estes autores confirmaram que as análises univariada de limiar e bivariada limiar-linear sob modelo animal foram adequadas para estimar os componentes de variância para facilidade de parto. Afirmaram ainda que o modelo animal produziu predições mais precisas que o modelo touro. Da mesma forma, MIZTAL (1999) observou que o modelo animal de limiar foi mais adequado que o modelo animal linear para predição dos valores genéticos.

No entanto, resultados diferentes foram obtidos por LUO et al. (2001) e MARCONDES et al. (2005) que indicaram modelo de limiar touro-avô materno em análises bayesianas para dados categóricos.

Para HOESCHELE et al. (1995), essa contradição é justificável, pois para análises de dados categóricos com uma característica contínua, o modelo animal pode ser mais adequado que o modelo touro-avô materno, enquanto que para análises de dados categóricos com menores frequências, o uso do modelo touro-avô materno é mais eficiente, evitando um inconveniente freqüente quando se utiliza modelo animal nestes casos, que é o fato de o Amostrador de Gibbs não convergir.

REFERÊNCIAS

- 1- ALTARRIBA, J.; ARONA, L.A. CORTES, G.; MORENO, C. Bayesian inference of variance components for litter size in Rasa Aragonesa sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p.23-28, 1998.
- 2- ARNOLD, J.W.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L.; LUDWIG, C. Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.985-992, 1991.
- 3- AUSTIN, F.W.; HUPP, E.W.; MURPHERE, R.L. Effect of scrotal insulation on sêmen of Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.20, n.2, p.307-310, 1961.
- 4- BAILEY, T. L.; MONKE, D.; HUDSON, R. S.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; RIDDELL, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, Stoneham, v.46, p.881-887, 1996.
- 5- BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A. et al. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, Stoneham, v.49, n.10, p.581-598, 1998.
- 6- BARBOSA, V. **Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça, utilizando a técnica de ultrassonografia e suas relações com peso e perímetro escrotal, em novilhos da raça Nelore**. 2003. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) , Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 7- BARBOSA, R.T.; MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M.A.C.M. **A importância do exame andrológico em bovinos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005, 13p.
- 8- BARROS, M.A. **Avaliação “in vivo” de carcaças bovinas**. Pirassununga - SP, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP, Seminário, 1993.
- 9- BERGMANN, J. A. G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1993, Belo Horizonte-MG, **Suplemento**. Belo Horizonte: CBRA, p. 70-86, 1993.
- 10- BERGMANN, J. A. G.; QUIRINO, C. R.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; FONSECA, C. G. Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares e características espermáticas em touros Nelore. **Archivos Latinoamericanos de Produção Animal**, v. 5, Supl. 1, p. 473-475, 1997.

11- BICUDO, S. D.; SIQUEIRA, J. B.; MEIRA, C. Patologias do sistema reprodutor de touros. **Biológico**, São Paulo, v.69, n.2, p.43-48, 2007.

12- **BIF – Beef Improvement Federation**. Disponível em: <http://www.beefimprovement.org/guidelines> . Acesso em: novembro de 2004.

13- BLOM, E. Interpretation of spermatic citology in bulls. **Fertility and Sterility**, Birmingham, v. 1, p. 223-238, 1950.

14- BLOM, E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. **Nordican Veterinær Medicin**, v. 25, n. 7-8, p. 383-391, 1973.

15- BOLDMAN, K.; DRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D.; VAN TASSELL, C.P.; KACHMAN, S.D. **A manual for MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT)**. U.S.: Department of Agriculture, Agricultural Reserch Service, 1995. 115p.

16- BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; RODRIGUES, L.H.; VIEIRA, F.V.; 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 All bulls in Brazil. **Theriogenology**, Stoneham, v.58, p.1175-1186, 2002.

17- BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; DODE, M. A. N.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Sexual development in early and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology**, Stoneham, v. 62, n. 07, p.1198-1217, 2004.

18- CARDELLINO, R.; ROVIRA, J. **Mejoramiento genético animal**. 1ª ED. Editora Agropecuária Hemisfério Sur S.R.L., 1983, 253p.

19- CASADY, R.B.; MYERS, R.M.; LEGATES, J.E. The effect of exposure to high ambient temperature on spermatogenesis in the dairy bulls. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.36, n.1, p. 14-23, 1953.

20- CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal** / Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2. Ed. – Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p. : il.

21- CHACÓN, J. Assessment of sperm morphology in zebu bulls, under field conditions in the tropics. **Reproduction in Domestic Animals**, Berlin, v. 36, n. 2, p. 91-99, 2001.

22- COULTER, G. H. Beef bull fertility: factors affecting seminal quality. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. **Factors affecting Calf Group**. Boca Raton, Florida, CRC PRESS, p. 307-317, 1994.

23- CYRILLO, J. N. S. G.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; BONILHA NETO, L. M.; MERCADANTE, M. E. Z.; TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 56-65, 2001.

24- DEVITT, C.J.B.; WILTON, J.W. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurements on finished steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 2790-2797, 2001.

25- DIAS, L.T.; EL FARRO, L.; ALBUQUERQUE, L.C. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1878-1882, 2003.

26- 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**, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.823-830, 2006.

27- DIAS, J. C.; ANDRADE, V. J.; MARTINS, J. A. 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**, Brasília, v.43, n.1, p.53-59, 2008.

28- DIBIASI, N.F. **Estudo do crescimento, avaliação visual, medidas por ultrassonografia e precocidade sexual em touros jovens pertencentes a vinte e uma raças com aptidão para corte**. 2006. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

29- FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. London:Oliver and Boyd. 1989, 365p.

30- FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; BORJAS, A.R.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2007.

31- FIGUEIREDO, L.G.G. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por ultrassonografia em bovinos da raça Nelore**. 2001. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Pirassununga.

32- FORNI, S. **Princípios de Seleção**. In: Cursos on-line: Melhoramento genético – Teoria e prática-módulo 2, 2003: Agripoint: <http://www.agripoint.com.br>

- 33- GERONA, G.R.; SIRES, J.D. Effects of elevated scrotum temperatures on spermatogenesis and semen characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.53, n.6, p. 659-669, 1970.
- 34- GIANOLA, D.; FOULLEY, J.L. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. **Genetics Selection Evolution**, Paris, v.15, p.201-224, 1983.
- 35- GIANONI, M. A.; GIANONI, M. L. **Genética e Melhoramento de Rebanhos nos Trópicos**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 463p.
- 36- GRIFFIN, D.B.; SAVELL, J.W.; RECIO, H.A.; GARRETT, R.P.; CROSS, H.R. Predicting carcass composition of beef cattle using ultrasound technology. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 889-892, 1999.
- 37- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. Fertilização e clivagem. In: HAFEZ, E.S.E; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7. ed. São Paulo: Manole, 2004, 513p.
- 38- HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age end points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p.283-290, 1999.
- 39- HENDERSON, C.R. Estimation of variance and covariance components. **Biometrics**, v.9, 1953, 226p.
- 40- HOESCHELE, I.; TIER, B.; GRASER, H.U. Multiple trait genetic evaluation for one polychotomous trait and several continuous traits with missing data and unequal models. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 1609-1627, 1995.
- 41- HOUGHTON, P.L.; TURLINGTON, L.M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 930-941. 1992.
- 42- KARSBURG, J.H.; FERRAZ, J.B.S.; MOURÃO, G.B.; FIGUEIREDO, L.G.G.; MATTOS, E.C.; ELER, J.P. **Estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos para características de crescimento e de carcaça em bovinos da raça Santa Gertrudis**. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5, Pirassununga-SP, 2004.
- 43- KASTELIC, F.P.; COOK, R.B.; PIERSON, R.A.; COULTER, G.H. Relationships among scrotal and testicular characteristics, sperm production, and seminal quality in 129 beef bulls. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, Montreal, v.65, p.111-115, 2001.
- 44- KASTELIC, J.; COOK, R. B.; COULTER, G. H. Termoregulación scrotal/testicular en toros. In: TOPICS IN BULL FERTILITY, Ithaca, 2002. **International Veterinary Information Service**, 2002. Disponível em:

<http://www.ivis.org/advances/Repro_Chenoweth/kastelic/chapter_frm.asp?LA=1>
. Acesso em: 04 jan. 2009.

45- 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**, Champaign, v.84, n.2, p.283-290, 2006.

46- KEMP, D.J.; HERRING, W.O.; KAISER, C.J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, p.1489-1496, 2002.

47- KOURY FILHO, W. **Análise genética de escores visuais e suas respectivas relações com desempenho ponderal na raça Nelore**. 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga.

48- KOURY FILHO, W. **Escore visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. 2005. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

49- KIPPERT, C.J.; RORATO, P. R.N.; CAMPOS, L.T.; BOLIGON, A.A.; WEBER, T.; GHELLER, D.G.; LOPES, J.S. Efeito de fatores ambientais sobre escores de avaliação visual a desmama e estimativa de parâmetros genéticos, para bezerros da raça Charolês. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 579-585, 2006.

50- LAGERLÖF, N. Morphologische Untersuchungen über Veränderungen im Spermabild und in den Hoden bei Bullen mit verminderter oder aufgehobener Fertilität. **Acta Pathologica Microbiologica et Immunologica Scandinavica**, Kobenhavn, Suppl.19, Uppsala, 1934, 254p.

51- LEE, P. M. **Bayesian statistics: an introduction**. Halsted Press: New York

52- LIMA NETO, H.R.; BERGMANN, T.M.; GONÇALVES, T.M.; ARAÚJO, F.R.C.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D.; LÔBO, R.B.; SILVA, M.A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.1, p.251-258, 2009.

53- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1ed. São Paulo, 2000. 134p.

54- LUO, M.F.; BOETTCHER, P.J.; SCHAEFFER, L.R. Bayesian inference for categorical traits with an application to variance component estimation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 3, p. 694-704, 2001.

55- MADSON, P.; SORENSEN, P.; SU, G.; DAMGAARD, L.H.; THOMSEN, H.; LABOURIAU, R. DMU – A package for analyzing multivariate mixed models. In:

PROC. 8th WORLD CONGR. GENET. APPL., 2006. **Proceedings...** Livest. Prod., 2006, p. 247.

56- MAGNABOSCO, C.U.; FARIA, C.U.; BORJAS, A. R.; LÔBO, R.B.; SAINZ, R.D. **Implementação da amostragem de gibbs para a estimação de componentes de co-variância e parâmetros genéticos em dados de campo de bovinos Nelore.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 50p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 37).

57- MAGNABOSCO, C.U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; SAINZ R.D.; REYES A.L. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: SBZ, 2003. CD-ROM.

58- MARCONDES, C.R.; PANETO, J.C.C.; SILVA, J.A.V.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B. Comparação entre análises para permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando modelo linear e modelo de limiar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 234-240, 2005.

59- MASCIOLI, A. **Estimativas de parâmetros genéticos e proposição de critérios de seleção para pesos em bovinos da raça Canchim.** Jaboticabal, 1995. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista.

60- MATOS, C.A.P.; THOMAS, D.L.; GIANOLA, D.; TEMPELMAN, R.J.; YOUNG, L.D. Genetic analysis of discrete reproductive traits in sheep using linear and nonlinear models: I. Estimation of genetic parameters. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 76-87, 1997.

61- MAY, S.G., MIES, W.L., EDWARDS, J.W. ET AL. Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.2, p.1255-1262. 2000.

62- MIES FILHO, A. **Reprodução dos Animais e Inseminação Artificial.** 5 ed., Porto Alegre: Sulina, 1982, 2v, 789p.

63- MIZTAL, I. Complex models, more data: Simpler programming? In: INTERBULL PROCEEDINGS OF THE COMPUTACIONAL CATTLE BREEDING, 1999. **Proceedings...** Bull, v. 42, p. 20-33, 1999.

64- MOSER, D.W.; BERTRAND, J.K.; MISZTAL, I. Genetic Parameter Estimates for Carcass and Yearling Ultrasound Measurements in Brangus Cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 2542-2548. 1998.

65- NUNES, J. F.; RIERA, G. S.; RAMOS, A. A.; PONCE de LEON, F. A.; LIMA, F. A. M. **Características espermáticas de caprinos Moxotó, de acordo com a morfologia escrotal.** Circular Técnica nº 6, EMBRAPA - CNPC, 1983, 11p.

- 66- ORTIZ PEÑA, C. D.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.93-100, 2001.
- 67- PALASZ, A. T.; CATES, W. F.; BARTH, A. D. et al. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. **Theriogenology**, Stoneham, v.42, n.4, p.715-726, 1994.
- 68- PATTERSON, G.D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, London, v.58, n.3, p.545-554, 1971.
- 69- PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte: FEP – MVZ editora, 1999, 496p.
- 70- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.
- 71- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 703-708, 2002.
- 72- PERKINS, T. L., PASCHAL, J. C., TIPTON, N. C., et al. Ultrasonic prediction of quality grade and percent retail cuts in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.1, p. 178-182, 1997.
- 73- PINTO, P. A. **Análise da morfologia testicular e da produção e características de sêmen de reprodutores zebus da raça Nelore**. Ribeirão Preto, 1987, 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo.
- 74- PINTO, P. A. **O perímetro escrotal como critério de seleção em bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*)**. Ribeirão Preto, 1994, 54p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo.
- 75- POLIZEL NETO, A.; JORGE, A.M.; MOREIRA, P.S.A.; GOMES, H.F.B.; PINHEIRO, R.S.B.; ANDRADE, E.N. Correlações entre medidas ultra-sônicas e na carcaça de bovinos terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.10, n.1, p.137-145, 2009.
- 76- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. B. **Genética na agropecuária**. 2. ed., São Paulo: Globo, 1990. 359p.
- 77- RAO, A. Changes in the morphology of sperm during their passage through the genital tract in bulls with normal and impaired spermatogenesis. **Royal Veterinary College**, Stockolm, 1971. 83p.

- 78- RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F. de; SOUSA, J.C.D. de; NETO, A. I.; RODRIGUES, V. de N. Avaliação da composição corporal de bubalinos e bovinos através do ultra-som. **Ciências agrotecnicas**, Lavras, v.25, n.5, p.1174-1184. 2001.
- 79- RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Methods for sperm evaluation and their relationship to fertility. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 16, 2005, Goiânia. **Palestras...** Goiânia: CBRA, p. 1-9, 2005. [CD-ROM].
- 80- SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; RAMOS, J.R.H.; MAGNABOSCO, C.U.; BEZERA, L.A.F.; LOBO, R.B. **Melhoramento genético da carcaça em gado zebuino**. Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, 12, Ribeirão Preto – SP, p.1-12, 2003.
- 81- SANTOS, M.D.; TORRES, C.A.A.; GUIMARÃES, J.D.; PEREIRA, F.C.; MACHADO, G.V. Sêmen e circunferências escrotal de touros zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.3, p.627-632, 1998.
- 82- SAVIANNI, C.M. **Análise da carcaça suína “in vivo”**. Pirassununga – SP, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, Seminário, 1993.
- 83- SCHMIDT-HEBBEL, J.; TONIOLLO, G. H.; LEITE, F. G.; FERRAUDO, A. S.; PERECIN, D.; PACOLA, L. J. Características físicas e morfológicas de sêmen de touros jovens das raças Gir, Guzerá, Nelore (*Bos taurus indicus*) e Caracu (*Bos taurus taurus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, Belo horizonte, v. 52, n.5, p. 461-467, 2000.
- 84- SENGER, P. L. **Pathways to pregnancy and parturition**. Washington: Wahsington State University, 2003. 368p.
- 85- SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, A. R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do semen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.3, p. 1157-1165, 2002.
- 86- SILVA, S.D.; LEME, P.R.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1236-1242, 2003a.
- 87- SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; MARTELLO, L.S.; LIMA, C.G.; LANNA, D.P.D. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultrassonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1227-1235, 2003b.
- 88- SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; MARTELLO, L.S.; LIMA, C.G. LANNA, D.P.D. Estimativa da gordura de cobertura ao abate, por ultra-som, em

tourinhos Brangus e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.511-517, 2004.

89- SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; ALBUQUERQUE, L.G.; ELER, J.P.; BORGES, J.C.; GUIMARÃES, F.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: Embrapa Sudeste, p.1-4, 2008. [CD-ROM].

90- SILVEIRA, T. S. **Estádio de maturidade sexual e estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa - Minas Gerais, 2004, 137p.

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

92- SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D.; KORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetics Selection and Evolution**, Paris, v. 27, p. 229-249, 1995.

93- SUGUISAWA, L.; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B.; SOUZA, A.A. Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.169-176, 2006a.

94- SUGUISAWA, L.; MATTOS, W.R.S.; SOUZA, A.A.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.; ARRIGONI, M.B.; BURINI, D.C.M. Ultrassonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.177-185, 2006b.

95- TAROUCO, J. **A história do ultra-som no Brasil**. In: 1º Workshop de ultrassonografia para avaliação de carcaça bovina. Pirassununga – SP. 2004.

96- TAROUCO, J.U.; LOBATO, J.F.P.; TAROUCO, A.K.; MASSIA, G.S. Relação entre medidas ultra-sônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho de lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2074-2084, 2005.

97- TSURUTA, S.; MIZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance components with threshold and linear models. In: PROC. 8th WORLD CONGR. GENET. APPL., 2006. **Proceedings... Livestock Production**, p. 253, 2006.

98- UNANIAN, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E. P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.136-144, 2000.

99- VALE FILHO, V. R. **A evolução da andrologia veterinária no Brasil e no mundo**. In: CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA. Belo Horizonte: FEP MZV Editora, n. 35, p. 7-14, 2001.

100- 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**, São Paulo, v.39, p.113-120, 2002.

101- VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D.; GREGORY, K. E. Bayesian Analysis of Twinning and Ovulation Rates Using a Multiple - Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 2048 - 2061, 1998.

102- VARONA, L.; MIZTAL, I.; BERTRAND, J.K. Threshold-linear versus linear-linear analysis of birth weight and calving ease using an animal model: I. Variance Component Estimation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 1994-2002, 1999.

103- 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**, Curitiba, v.11, n.3, p.53-57, 2006.

104- VIU, M.A.O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil**. Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

105- WAITES, G.M.H.; SETCHELL, B.P. Effects of local heating on blood flow and metabolism in the testis of the conscious ram. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 8, n.1, p.339-349, 1964.

106- WILLIAMS, A.R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, p.183-188, 2002.

107- WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v.70, p.973-983, 1992.

108- YOKOO, M.J.I.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D.; LOBO, R.B.; ARAUJO, F.R.C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.197-202, 2009.

CAPÍTULO 3 – ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS DE TOUROS JOVENS DA RAÇA NELORE, POR MEIO DA INFERÊNCIA BAYESIANA

RESUMO

Objetivou-se com este estudo estimar parâmetros genéticos de características indicadoras do desempenho reprodutivo de machos da raça Nelore, com idade entre 17 e 24 meses, criados na região Centro-Oeste do Brasil, utilizando a inferência bayesiana. O conjunto de dados considerou 1.265 avaliações andrológicas realizadas entre 2001 e 2007, em quatro propriedades diferentes. Obteve-se a medida do perímetro escrotal (PE) e realizou-se a avaliação da morfologia espermática, sendo os animais classificados em aptos ou sexualmente imaturos. Os parâmetros genéticos foram estimados por meio do pacote computacional THRGIBBS1F90, que aplica a inferência bayesiana sob modelo animal. Posteriormente, os parâmetros genéticos também foram estimados por meio do aplicativo MTDFREML que utiliza o método da máxima verossimilhança restrita sob modelo animal. Dos 1.265 animais avaliados, 880 (69,56%) foram considerados aptos à reprodução e 385 (30,43%) sexualmente imaturos. As estimativas de herdabilidade obtidas para PE, defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) foram 0,45; 0,13; 0,06 e 0,14, respectivamente. As estimativas de correlação genética entre o PE e estas mesmas características foram -0,24; -0,04 e -0,18, respectivamente. As estimativas obtidas foram semelhantes para ambos os métodos de análise genética. Os resultados mostraram que à exceção do PE, todas as outras características estudadas sofrem grande influência ambiental e a seleção para PE não seria eficiente na obtenção de progresso genético para qualidade seminal. Além disso, a inferência bayesiana mostrou ser uma metodologia adequada para estimação de parâmetros genéticos para características reprodutivas.

Palavras-chave: andrologia, eficiência reprodutiva, herdabilidade, zebuínos, amostrador de Gibbs

GENETIC PARAMETERS ESTIMATES OF YOUNG BULLS NELORE CATTLE ANDROLOGY TRAITS USING BAYESIAN INFERENCE

ABSTRACT

The aim of this study was to predict genetic parameters of reproductive traits of Nelore males, with age between 17 and 24 months, raised in the Center-west area of Brazil, using the Bayesian inference. The group of data considered 1.265 breeding soundness evaluations obtained between 2001 and 2007, in four different properties. Records were obtained from the measure of the scrotal circumference (PE) and were proceeded the spermatic morphology. Animals were classified in apt to the reproduction or sexually immature. The genetic parameters were estimated through the software THRGIBBS1F90, that uses the bayesian inference under animal model. Later, the genetic parameters were also estimated through the software MTDFREML that uses the frequentist method. Of the 1.265 animals avaluated, 880 (69.56%) were considered apt to the reproduction and 385 (30.43%) sexually immature. The heritability estimates for PE, larger defects (DEFMAI), minor (DEFMEN) and total (DEFTOT) were 0.45; 0.13; 0.06 and 0.14, respectively. The estimates of genetic correlation between PE and these same traits were -0.24; -0.04 and -0.18, respectively. The results allowed to conclude that, except the PE, all the other traits studied suffer environmental influences and the selection for PE would not be efficient in the obtaining of genetic progress for seminal quality. Besides, the bayesian inference showed to be an appropriate methodology for estimate of genetic parameters for reproductive traits.

Key Words: andrology, Gibbs sampler, heritability, reproductive efficiency, zebu cattle

1- INTRODUÇÃO

Admite-se que o touro usado em monta natural seja fundamental para o progresso genético de um rebanho, apesar de sua presença física dificilmente ultrapassar os 5%. Isso ocorre devido ao fato de um reprodutor servir grande número de fêmeas (SILVA et al., 1993).

O perímetro escrotal (PE) vem sendo utilizado como critério de seleção devido as altas herdabilidades e correlações genéticas favoráveis com características qualiquantitativas do sêmen (QUIRINO et al., 2004; DIAS et al., 2006; DIAS et al., 2008), com idade à puberdade em machos e fêmeas (PEREIRA et al., 2000; CORRÊA et al., 2006) e com as características de crescimento (KEALEY et al., 2006). Porém, de acordo com BAILEY et al. (1998) e UNANIAN (1999), PE não constitui medida representativa da produção e qualidade espermática, além de possuir desvantagens, como o fato de não considerar a variação individual do formato testicular e considerar, erroneamente, a largura da parede da bolsa escrotal.

A inclusão de características indicadoras do desempenho reprodutivo dos machos nos programas de seleção é um aspecto importante para a melhoria da fertilidade da população (PEREIRA, 1999). VARGAS et al. (1998) relataram que, devido ao maior diferencial de seleção imposto aos machos, pode-se esperar melhores respostas da seleção para fertilidade nos mesmos em comparação às fêmeas.

No entanto, para que a inclusão de características reprodutivas de machos em programas de melhoramento seja eficaz, é necessário que se conheça bem seus componentes de (co)variância e parâmetros genéticos. Para que esses parâmetros sejam confiáveis, as metodologias de avaliação genética devem ser corretamente aplicadas para que os valores genéticos preditos possam ser precisos, e assim, realmente representar um instrumento eficaz ao selecionador na busca do progresso genético do rebanho (FARIA et al., 2007).

Neste contexto, a inferência bayesiana é mais uma alternativa para solucionar problemas relacionados à avaliação genética, permitindo a realização de análises com modelos de limiar, linear e, inclusive, modelos limiar-linear, situação frequente quando se trata de características reprodutivas. De acordo

com VAN TASSEL et al. (1998), a aplicação de modelos bayesianos de limiar, na avaliação genética de características categóricas, poderá promover melhor identificação de genótipos superiores.

O objetivo deste estudo foi estimar e analisar parâmetros genéticos de características indicadoras de desempenho reprodutivo de machos da raça Nelore, com idade entre 17 e 24 meses, criados na região Centro-Oeste do Brasil, utilizando a inferência bayesiana.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, foram utilizadas 1.265 avaliações andrológicas de touros jovens da raça Nelore, criados em sistemas de produção a pasto, na região Centro-Oeste do Brasil. Os animais eram provenientes das fazendas São Luiz (Barra do Garças, MT), Estância São José (Jataí, GO), Capivara da Embrapa Arroz e Feijão (Goiânia, GO) e Princesa do Barreirão (Doverlândia, GO). Foram estudadas as características reprodutivas: perímetro escrotal (PE); defeitos espermáticos maiores (DEFMAI); defeitos espermáticos menores (DEFMEN); e defeitos totais (DEFTOT).

Os touros foram submetidos ao exame clínico geral e do sistema reprodutor de acordo com as recomendações do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998), incluindo a mensuração do PE com o uso de fita métrica no maior diâmetro da bolsa testicular. As medidas de comprimento e largura dos testículos foram obtidas com o uso do paquímetro digital Starret[®] cat. nº 727-6/150.

O sêmen foi colhido pela técnica de eletroejaculação e uma alíquota foi avaliada imediatamente para motilidade individual progressiva (0 a 100%), vigor (0 a 5) e turbilhonamento (0 a 5), todos em microscopia óptica com aumento de 100 vezes. Quando a avaliação de um ejaculado de aspecto branco cremoso, que era considerado como representativo de concentração espermática dentro dos padrões de normalidade (CBRA, 1998), apresentava motilidade abaixo de 50%, esse touro era submetido imediatamente a nova colheita, sendo a morfologia

espermática realizada com o segundo ou o terceiro ejaculado. Em seguida, para aqueles que apresentaram motilidade espermática superior a 50%, foi realizada a avaliação da morfologia espermática, usando microscopia de contraste de fase em aumento de 1.000 vezes, agrupando-se as patologias espermáticas em defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT), segundo preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

Com base nas informações obtidas, os animais foram classificados em: 0) sexualmente imaturos (motilidade < 50%, vigor < 3 ou defeitos > 30%, desde que fosse detectada alta contagem de gotas citoplasmáticas proximais); e 1) aptos à reprodução (motilidade \geq 50%; vigor \geq 3; e defeitos < 30%).

A estruturação dos arquivos de dados foi realizada com a utilização do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000), utilizando dados andrológicos de primeira coleta de touros jovens de 17 a 24 meses de idade.

As análises de crítica e consistência dos dados foram realizadas por meio do procedimento UNIVARIATE (SAS, 2000) para determinar se os erros experimentais das variáveis possuíam distribuição normal de probabilidade e homogeneidade de variância. Foram realizadas análises de variância utilizando-se o método dos quadrados mínimos por meio do procedimento GLM (SAS, 2000). As médias ajustadas foram obtidas através da opção “statement” LSMEANS do procedimento GLM.

A definição dos grupos de contemporâneos foi dada por: fazenda, ano e estação de nascimento (verão, outono, inverno e primavera). Foram eliminados os animais que não apresentaram informações genealógicas confiáveis, touros com menos de cinco filhos e grupos contemporâneos sem variabilidade e/ou que continham menos de oito animais para todas as características avaliadas.

Na estimação dos parâmetros genéticos, primeiramente, utilizou-se a inferência bayesiana por meio do *software* THRGIBBS1F90 (TSURUTA & MIZTAL, 2006), sob modelo animal. Posteriormente, os parâmetros genéticos foram estimados empregando-se a metodologia REML (*Restricted Maximum Likelihood*) descrita por PATTERSON & THOMPSON (1971) utilizando o aplicativo MTDFREML desenvolvido por BOLDMAN et al. (1993), para verificar se as estimativas obtidas pelo método bayesiano eram semelhantes às obtidas pelo método frequentista.

Para as características estudadas considerou-se como efeitos fixos o grupo de contemporâneos e o ano de coleta, além da idade do animal no momento da coleta como covariável. O modelo completo pode ser representado em notação matricial como:

$$y = X\beta + Z_1a + e$$

Em que y é o vetor das observações (características andrológicas), β é o vetor dos efeitos fixos (data da coleta e grupo contemporâneo além da covariável idade do animal no momento da coleta), a é o vetor dos efeitos aleatórios que representam os valores genéticos aditivos direto de cada animal, e o vetor de efeitos aleatórios residuais, e X , Z_1 são as matrizes de incidência que relacionam as observações aos efeitos fixos, aos efeitos aleatórios genéticos aditivos diretos e aos efeitos aleatórios residuais, respectivamente. O arquivo de genealogia incluiu 2.224 animais da raça Nelore.

As características foram analisadas de forma univariada com intuito de obter as estimativas de componentes de (co)variância e, posteriormente, de forma bivariada, obtendo-se, assim as variâncias e covariâncias, as correlações genéticas aditivas e residuais e as herdabilidades das características em estudo.

Para as análises bayesianas admitiu-se que as distribuições iniciais dos efeitos aleatórios genéticos e residuais, possuem distribuição normal multivariada conforme representado a seguir:

$$p\left(\begin{matrix} a_1 \\ a_2 \end{matrix} \middle| G\right) \sim N\left(\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \middle| G = G_0 \otimes A\right), \quad p\left(\begin{matrix} e_1 \\ e_2 \end{matrix} \middle| R\right) \sim N\left(\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \middle| R = R_0 \otimes I\right)$$

Em que:

$$G_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_1a_2} \\ \sigma_{a_1a_2} & \sigma_{a_2}^2 \end{bmatrix}, \quad R_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 & \sigma_{e_1e_2} \\ \sigma_{e_1e_2} & \sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix}$$

Sendo que G_0 é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas, R_0 é a matriz de variâncias e covariâncias residuais, \otimes é o operador do produto direto, A

é a matriz de parentesco e I é a matriz identidade. No enfoque bayesiano, assumiu-se distribuições iniciais das (co)variâncias como uma *Wishart* Invertida para os efeitos aleatórios genéticos, não correlacionados e residuais das características estudadas, inclusive a covariância entre elas.

Na implementação da Amostragem de Gibbs, foi utilizado um tamanho de cadeia inicial de 1.000.000 de ciclos, sendo que os primeiros 300.000 ciclos foram descartados e as amostras retiradas a cada 1.000 ciclos, totalizando 700 amostras iniciais. As análises das amostras, da correlação serial e da convergência da cadeia de Gibbs foram realizadas com o auxílio do programa GIBANAL (VAN KAAM, 1998).

O parâmetro ν é o grau de liberdade correspondente à distribuição *Wishart* Invertida indicando o grau de confiabilidade da distribuição inicial. Neste estudo, o parâmetro ν utilizado foi de valor zero, ou seja, não refletia nenhum grau de conhecimento sobre os parâmetros.

O erro de Monte Carlo, que indica se a convergência das cadeias de Monte Carlo foi atingida, foi estimado calculando a raiz da variância das amostras retiradas para cada componente de (co)variância e dividindo esta variância pelo número de amostras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros descritivos das características estudadas. O PE médio de animais da raça Nelore obtido foi próximo ao reportado por QUIRINO (1999), que encontrou PE médio de 31,4 cm aos 24 meses; SILVA et al. (2002), que obtiveram PE médio de 27,22 em animais de 18 meses; VALENTIN et al. (2002), que obtiveram 27,4 cm para animais aos 21 meses; SILVEIRA (2004), que obteve média de 31,99 cm aos 21 meses; VIU et al. (2006), que obtiveram 33,19 cm para animais entre 21 e 24 meses; e VIU (2009), que obteve 32 cm aos 21 meses.

Quanto à proporção de defeitos espermáticos maiores, menores e totais, os valores obtidos foram próximos aos descritos por outros autores que também trabalharam com animais da raça Nelore, como SILVEIRA (2004) que

obteve 15,86%; 6,33% e 22,19% para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente; VIU et al. (2006) que obtiveram 5,93%; 4,26% e 10,19% e VIU (2009) que obteve 12,6%; 6,4% e 19,0% para estas mesmas características, respectivamente, na raça Nelore.

TABELA 1 - Número de observações (n), valor mínimo (Min), valor máximo (Max), médias ajustadas pelos quadrados mínimos (\bar{X}), variância fenotípica (σ_p^2) e desvio-padrão fenotípico (σ_p) das medidas relacionadas à qualidade seminal de 1265 animais

Características	Min	Max	\bar{X} *	σ_p^2	σ_p
Idade (meses)	16,68	24,49	21,10	3,92	1,98
PE (cm)	28,00	42,00	32,04	8,95	2,99
DEFMAI (%)	0	82,00	12,63	116,82	10,80
DEFMEN (%)	0	55,00	6,40	40,20	6,34
DEFTOT (%)	0	87,00	19,03	155,58	12,47

* Médias ajustadas pelos quadrados mínimos. Perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT).

Ao analisar os valores mínimo, máximo e também a variância fenotípica (Tabela 1), pode ser observado que todas as características estudadas apresentaram variabilidade, refletindo que o sistema de restrição imposto ao banco de dados foi eficiente.

As médias ajustadas pelos quadrados mínimos (\bar{X}) e o desvio padrão fenotípico (σ_p) das características relacionadas à qualidade seminal, além do número de animais classificados como aptos ou sexualmente imaturos, estão apresentados na Tabela 2. Verifica-se que, ao agrupar os animais em aptos e imaturos sexualmente, todas as características avaliadas apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$), sendo o PE menor e a quantidade de defeitos maior no grupo de animais imaturos.

Dos 1265 animais avaliados, 880 (69,56%) foram considerados aptos à reprodução e 385 (30,43%) imaturos sexualmente, demonstrando a possibilidade de utilização precoce destes animais em estação reprodutiva (17 a 24 meses de

idade), fato que contribuiria para a redução do déficit de touros devidamente testados e selecionados para trabalhar como reprodutores, além de acelerar o melhoramento genético obtido por meio da seleção por reduzir o intervalo de gerações.

TABELA 2 - Número de observações (n), média ajustada pelos quadrados mínimos (\bar{X}) e desvio-padrão (σ_p) das medidas relacionadas à qualidade seminal, segundo classificação dos touros em aptos ou sexualmente imaturos

Características	APTOS			IMATUROS		
	n	\bar{X}	σ_p	n	\bar{X}	σ_p
PE (cm)	880	32,48 ^a	2,88	385	31,03 ^b	2,98
DEFMAI (%)	880	8,85 ^a	4,68	385	21,26 ^b	15,06
DEFMEN (%)	880	4,64 ^a	3,65	385	10,41 ^b	8,86
DEFTOT (%)	880	13,50 ^a	6,01	385	31,67 ^b	14,10

* Letras diferentes na mesma linha indicam diferença ($P < 0,01$), pelo teste t. Perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT).

Estes resultados são próximos aos obtidos por VIU (2009) que descreveu que 69% dos touros Nelore de 17 a 24 meses estavam aptos e 31% imaturos. No entanto, estes resultados são menores que os relatados por SANTOS et al. (2005), que obtiveram 78% de touros aptos em animais de 20 a 24 meses de idade; e também aos apresentados por SILVEIRA et al. (2004), que avaliaram animais Nelore com idade média de 21 meses e descreveram que 78,33% foram considerados aptos e 32,77% foram considerados imaturos. Essas variações encontradas entre resultados de diferentes estudos ocorrem em virtude da diferente intensidade de seleção para precocidade sexual aplicada aos diferentes rebanhos.

A estatística descritiva das estimativas de herdabilidades das características reprodutivas está apresentada na Tabela 3. Observa-se que os valores de média, moda e mediana, de uma maneira geral, foram próximos para todas as características reprodutivas estudadas, exceto para defeitos espermáticos

maiores e totais, onde a moda foi inferior à média e mediana. Tais resultados indicam que a convergência da cadeia de Gibbs foi atingida, sendo que as distribuições marginais posteriores dos componentes de (co)variâncias tenderam a uma distribuição normal, o que também pode ser verificado na Figura 1. De acordo com SILVA et al. (2005), a simetria da distribuição das estimativas de medidas de tendência central é um indicativo da convergência da cadeia amostral e de uma análise acurada. No entanto, não é necessário que as estimativas das medidas de tendência central dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos sejam similares, pois espera-se distribuições *Wishart* Invertida das densidades marginais posteriores dos componentes de (co)variâncias (SORENSEN et al., 1995; VAN TASSEL et al., 1998). Na inferência bayesiana, a medida de tendência central que melhor representa o verdadeiro valor biológico do parâmetro não é a média e sim a moda, já que esta representa o valor que aparece com maior frequência na densidade marginal posterior de cada parâmetro (MAGNABOSCO et al., 2000).

TABELA 3 - Estatística descritiva das estimativas de herdabilidade das características perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT), obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal

Estatística Descritiva	Herdabilidades			
	PE	DEFMAI	DEFMEN	DEFTOT
Média	0,45	0,13	0,06	0,14
Moda	0,46	0,08	0,04	0,08
Mediana	0,45	0,11	0,05	0,13
Erro de Monte Carlo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Outra informação importante apresentada na Tabela 3 é o erro de Monte Carlo, que de acordo com SORENSEN et al. (1995), representa o erro da estimação do parâmetro devido ao número de amostras usadas na cadeia de Gibbs. VAN TASSEL & VAN VLECK (1996) afirmaram que o erro de Monte Carlo

é inversamente proporcional ao tamanho da cadeia de Gibbs, e conhecer este fator é muito importante para avaliar se a implementação da Amostragem de Gibbs foi adequada para gerar as médias posteriores das distribuições marginais dos componentes de (co)variâncias. Neste estudo, pode ser observado que o erro de Monte Carlo foi muito pequeno para todas as estimativas de herdabilidade, indicando que o tamanho da cadeia de Gibbs foi suficiente para obter estimativas precisas das médias posteriores. O erro de Monte Carlo é considerado pequeno quando seu valor somado à estimativa média da distribuição posterior dos coeficientes de herdabilidade não altera o valor desta estimativa, considerando até a segunda casa decimal da herdabilidade (FARIA et al., 2007). Assim, pode-se inferir que a metodologia utilizada foi adequada para obter estimativas de parâmetros genéticos para as características reprodutivas.

Na Figura 1 observa-se que quase todas as distribuições foram semelhantes a uma distribuição normal, de acordo com as pressuposições bayesianas (VAN TASSEL et al., 1998), indicando que os valores genéticos foram devidamente preditos para todas as características reprodutivas estudadas.

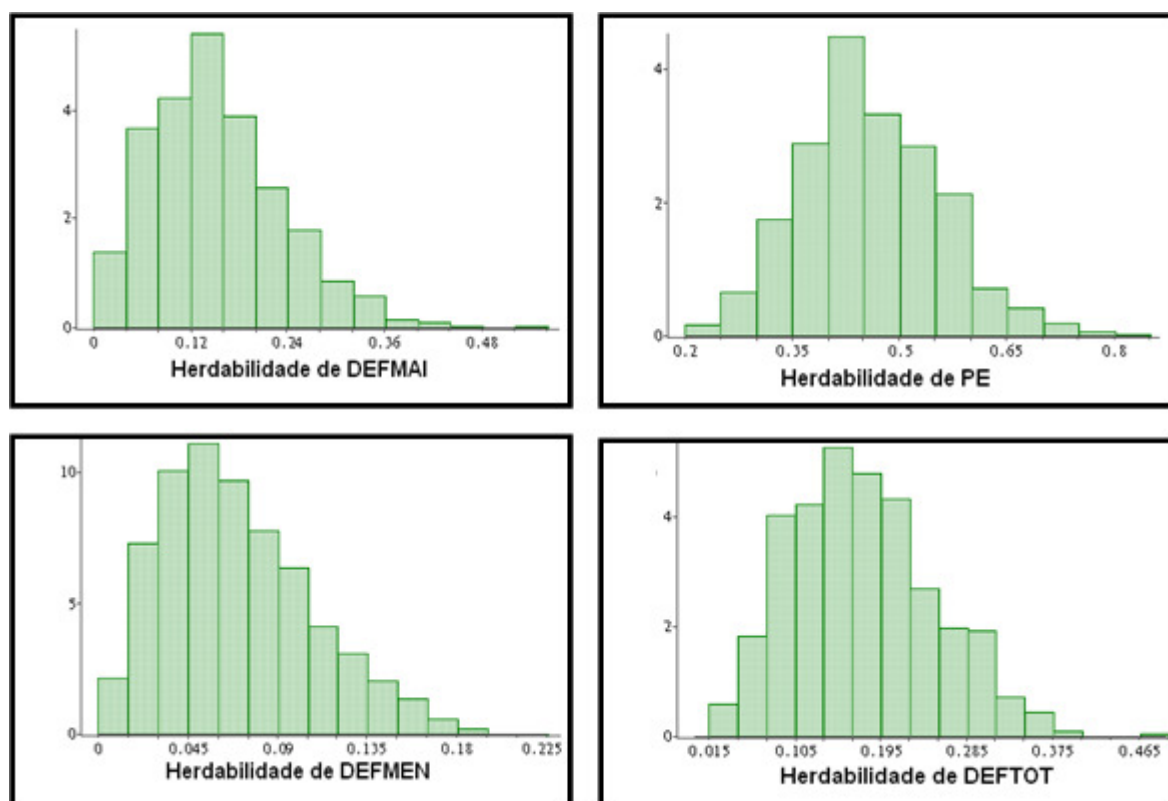


FIGURA 1 - Histogramas das estimativas de densidades posteriores de parâmetros genéticos (herdabilidade) para perímetro escrotal

(PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT), obtidos a partir de análises univariadas sob modelo animal

As estimativas dos componentes de (co)variâncias e herdabilidade para as características PE, DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT de bovinos da raça Nelore, obtidos por inferência bayesiana, são apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 - Componentes de variância e parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal

Características	σ_a^2	σ_e^2	h^2_{med}	h^2_{mod}	RC (95%)
PE	2,52	3,09	0,45	0,46	0,26 a 0,64
DEFMAI	12,61	85,89	0,13	0,08	0,01 a 0,31
DEFMEN	1,82	31,26	0,06	0,04	0,00 a 0,13
DEFTOT	18,95	119,36	0,14	0,08	0,02 a 0,29

* σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_e^2 = variância residual; h^2_{med} = média da herdabilidade; h^2_{mod} = moda da herdabilidade; RC (95%) = região de credibilidade a 95%.

Alguns autores (HOESCHELE et al., 1995; FARIA et al., 2007) relataram a ocorrência de “*blowing up*” da cadeia de Gibbs em que a variância genética aditiva continua a aumentar até alcançar valores absurdos, de modo que a inversa da matriz das variâncias e covariâncias genéticas resulta em não positiva definida, interrompendo a continuação da cadeia de Gibbs. No presente estudo o “*blowing up*” da cadeia de Gibbs não ocorreu, sendo a convergência atingida em todas as análises.

Neste estudo, as estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos obtidos pela metodologia REML (Tabela 5) foram semelhantes àquelas obtidas pelo método bayesiano (Tabela 4). No entanto, vale destacar que, o método bayesiano permitiu a obtenção de distribuições

posteriores enquanto que o método frequentista forneceu apenas estimativas pontuais destes parâmetros. De acordo com (RESENDE, 2000), a análise bayesiana proporciona a obtenção de intervalos de confiança e desvios padrão dos parâmetros genéticos, sendo que tais informações refletem melhor a acurácia das análises.

TABELA 5 - Estimativas dos parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal (PE), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises univariadas sob modelo animal pela metodologia da máxima verossimilhança restrita

VARIÁVEIS	σ_a^2	σ_e^2	σ_p^2	h^2
PE (cm)	2,78	3,59	6,38	0,44 ± 0,10
DEFMAI (%)	9,49	87,29	96,79	0,10 ± 0,07
DEFMEN (%)	0,92	31,82	32,75	0,03 ± 0,04
DEFTOT (%)	16,35	119,95	136,31	0,12 ± 0,07

A estimativa de herdabilidade para PE obtida neste estudo foi de moderada a alta magnitude e está próxima aos valores descritos por CYRILLO et al. (2001), PEREIRA et al. (2000), ORTIZ PEÑA et al. (2001), PEREIRA et al. (2002), SARREIRO et al. (2002), SILVEIRA (2004), DIAS et al. (2006) e VIU (2009), que obtiveram 0,44; 0,51; 0,41; 0,47; 0,38; 0,37; 0,46 e 0,44, respectivamente. Trabalhando com dados de PE de bovinos da raça Nelore, BARBOSA (2003) e SILVA et al. (2008) obtiveram estimativas de herdabilidade de 0,61 e 0,42, respectivamente. Estes resultados evidenciam a existência de variabilidade genética para esta característica na raça Nelore, sendo possível e eficiente a obtenção de melhoramento genético via seleção dos indivíduos superiores.

Em se tratando de defeitos espermáticos, agrupados em defeitos maiores, menores e totais, os valores de herdabilidade obtidos foram de baixa magnitude (Tabelas 4). Valores próximos foram descritos por SARREIRO et al. (2000) e SARREIRO et al. (2002) trabalhando com animais da raça Nelore, que descreveram herdabilidade para taxa de espermatozoides anormais de 0,19 e

0,07, respectivamente. Da mesma forma, KEALEY et al. (2006) relataram herdabilidade de 0,35 para taxa de espermatozóides normais trabalhando com touros Hereford.

Valor semelhante também foi descrito por SILVEIRA (2004) que obteve estimativas de herdabilidade para defeitos espermáticos maiores (0,20), menores (0,03) e totais (0,19). DIAS et al. (2006) também trabalharam com animais Nelore e obtiveram valores de herdabilidade para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente, 0,16; 0,09 e 0,11. SMITH et al. (1989) trabalharam com touros Hereford, Angus e Red Angus e obtiveram estimativas de herdabilidade para defeitos primários (0,31) e defeitos secundários (0,02). VIU (2009) utilizou a metodologia REML e obteve as seguintes estimativas de herdabilidade para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente, 0,10; 0,03 e 0,12. Estudos com inferência bayesiana envolvendo essas características de qualidade seminal não foram encontrados na literatura consultada, impossibilitando comparações de resultados obtidos pela mesma metodologia.

Em todos estes trabalhos em que a qualidade seminal foi avaliada, percebe-se que, de maneira geral, as características de patologia espermática possuem baixa variância genética aditiva e as herdabilidades são consideradas de baixa magnitude. Desta forma, espera-se que o ganho genético por seleção seja reduzido.

Na Tabela 6 estão sumarizadas as correlações genéticas e as covariâncias aditivas entre o perímetro escrotal e as características de qualidade seminal obtidas por análises bayesianas. De maneira geral, as correlações entre o PE e as características indicadoras de qualidade seminal foram negativas e de baixa a moderada magnitude, conforme já salientado por SARREIRO et al. (2002), DIAS et al. (2006), DIAS et al. (2008) e VIU (2009).

Valores próximos aos obtidos neste estudo foram descritos por SILVEIRA (2004), que obteve correlação genética entre PE e DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT de -0,41; -0,02 e -0,09, respectivamente. Da mesma forma, VIU (2009) descreveu correlações entre PE e estas mesmas características de -0,25; -0,08 e -0,21, respectivamente.

TABELA 6 - Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e erro padrão de monte carlo (diagonal inferior) entre perímetro escrotal (PE) e as características de qualidade seminal (defeitos maiores – DEFMAI, menores – DEFMEN e totais – DEFTOT), de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas bivariadas sob modelo animal

Características	PE	DEFMAI	DEFMEN	DEFTOT
PE		-0,24	-0,04	-0,18
DEFMAI	0,0019		-	-
DEFMEN	0,0045	-		-
DEFTOT	0,0077	-	-	

Estes achados são similares aos de SARREIRO et al. (2002), que trabalharam com animais da raça Nelore e agruparam todos os defeitos em um único grupo que foi chamado de taxa de anormalidades. Estes autores descreveram correlações genéticas entre PE e taxa de anormalidades de 0,99. Já KEALEY et al. (2006), trabalhando com animais Hereford, relataram correlações genéticas entre PE e porcentagem de espermatozoides normais (0,33), anormalidades primárias (-0,36) e secundárias (-0,45).

Valores superiores aos deste estudo foram relatados por QUIRINO (2004), que obteve correlações de -0,50; -0,86 e -0,52 entre PE e DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT. O mesmo ocorreu no estudo de DIAS et al. (2008), que estimaram as correlações genéticas do PE com DEFMEN e DEFTOT, sendo os valores, respectivamente, -0,67 e -0,12.

Verifica-se que há pequena associação genética favorável entre o perímetro escrotal e os aspectos qualiquantitativos do sêmen. Assim, a seleção para perímetro escrotal não leva, necessariamente, a animais com melhor qualidade seminal, sendo recomendável a identificação de outras características que permitam a obtenção de progresso genético por meio da seleção direta.

4 CONCLUSÕES

As estimativas obtidas sugerem que, à exceção do PE, todas as outras características estudadas sofrem grande influência ambiental, o que reduz o progresso genético obtido por seleção direta.

Além disso, as correlações genéticas favoráveis, porém de baixa magnitude, existentes entre PE e a quantidade de defeitos espermáticos, sugerem que a seleção para perímetro escrotal não leva, necessariamente, a obtenção de animais com melhor qualidade seminal, sendo recomendável a identificação de outras características que permitam obtenção de progresso genético para aspectos qualiquantitativos do sêmen.

5 REFERÊNCIAS

- 1- BARBOSA, V. **Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça, utilizando a técnica de ultrassonografia e suas relações com peso e perímetro escrotal, em novilhos da raça Nelore.** 2003. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) , Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 2- BERGMANN, J. A. G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1993, Belo Horizonte-MG, **Suplemento**. Belo Horizonte: CBRA, p. 70-86, 1993.
- 3- BOLDMAN, K. G. **A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimate of variances and covariances [DRAFT]**. Lincoln: Department of Agriculture/Agricultural Research Service, 1993. 120p.
- 4- CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal / Colégio Brasileiro de Reprodução Animal.** 2. Ed. – Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p.
- 5- 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**, Belo Horizonte, v.58, n.5, p.388-393, 2006.
- 6- CYRILLO, J. N. S. G.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; BONILHA NETO, L. M.; MERCADANTE, M. E. Z.; TONHATI, H. Estimativas de tendências e

parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 56-65, 2001.

7- 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**, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.823-830, 2006.

8- DIAS, J. C.; ANDRADE, V. J.; MARTINS, J. A. 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**, Brasília, v.43, n.1; p.53-59, 2008.

9- FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; BORJAS, A.R.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2007.

10- HOESCHELE, I.; TIER, B.; GRASER, H.U. Multiple trait genetic evaluation for one polychotomous trait and several continuous traits with missing data and unequal models. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 1609-1627, 1995.

11- 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 Herefords bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.2, p.283-290, 2006.

12- MAGNABOSCO, C.U.; LÔBO, R.B. ; FAMULA, T.R. Bayesian Inference For Genetic Parameter Estimation On Growth Traits For Nelore Cattle In Brazil, Using The Gibbs Sampler. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Innsbruck, v. 117, p. 169-188, 2000.

13- ORTIZ PEÑA, C. D.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1; p.93-100, 2001.

14- PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. Recovery on inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, Londres, v.58, n.3, p.545-554, 1971.

15- PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte: FEP – MVZ editora, 1999, 496p.

16- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.

17- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 703-708, 2002.

18- QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore**. Belo Horizonte, 1999. 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais.

19- 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**, Stoneham, v.62, n.1-2, p.1-7, 2004.

20- RESENDE, M.D.V. **Inferência Bayesiana e simulação estocástica (amostragem de Gibbs) na estimação de componentes de variância e de valores genéticos em plantas perenes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 68p. (Embrapa Florestas. Documentos, 46).

21- SALVADOR, D. F.; DIAS, J. C.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; SILVA, A. S.; NOGUEIRA, E. Perfil andrológico de touros da raça Nelore com três e quatro anos de idade, criados extensivamente em condições do estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.26, n.2, p.64-67, 2002.

22- SANTOS, R. E.; VIU, M. A. O.; FERRAZ, H. T.; VIU, A. F. M.; GAMBARINI, M. L.; OLIVEIRA FILHO, B. D. Qualidade seminal de touros Nelore de até 24 meses. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEX, 2, 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica [CD-ROM]**, Goiânia: UFG, 2005. n.p.

23- SARREIRO, L. C.; QUIRINO, C. R.; PINEDA, N. R.; BERGMANN, J. A. G. Associações genéticas entre libido, perímetro escrotal e qualidade de sêmen de tourinhos da raça Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, Belo Horizonte: SBMA, p.449-451, 2000.

24- SARREIRO, L. C.; BERGMANN, J. A.; 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**, Belo Horizonte, v. 54, n.6, p.602-608, 2002.

25- SAS - **User's Guide: statistics**. 5.ed. Cary: SAS Institute, 2000. 1028p.

26- SILVA, A.E.D.F.; DODE, M.A.N.; UNANIAN, M.M. **Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e fatores que a influenciam**. Campo Grande: Embrapa – CNPGC. Documentos 51, 1993, 128p.

27- SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, A. R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do semen em

touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.3, p. 1157-1165, 2002.

28- SILVA, J.A.V.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1568-1572, 2005.

29- SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; ALBUQUERQUE, L.G.; ELER, J.P.; BORGES, J.C.; GUIMARÃES, F.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: Embrapa Sudeste, p.1-4, 2008. [CD-ROM].

30- SILVEIRA, T. S. **Estádio de maturidade sexual e estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore**. 2004, 137p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa - Minas Gerais.

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

32- SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D.; KORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetics Selection and Evolution**, Paris, v. 27, p. 229-249, 1995.

33- TSURUTA, S.; MIZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance components with threshold and linear models. In: PROC. 8th WORLD CONGR. GENET. APPL., 2006. **Proceedings...** Livest. Prod., 2006, 253p.

34- UNANIAN, M. M. Uso de marcadores moleculares na busca de características relacionadas à produção animal. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE – SIRGEAL, 2, 1999, Brasília. **Palestras...** Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. [CD-ROM].

35- 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**, São Paulo, v.39, p.113-120, 2002.

36- VAN KAAM, J.B.C.H.M. **Gibanal 2.9: Analyzing Program for Markov Chain Monte Carlo Sequences**. Dep. Anim. Sci., Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1998.

37- VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK, L.D. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models: flexible programs for Bayesian and likelihood-based (co)variance component inference. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p. 2586-2597, 1996.

- 38- VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D.; GREGORY, K. E. Bayesian Analysis of Twinning and Ovulation Rates Using a Multiple - Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.2048 -2061, 1998.
- 39- 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**, Champaign, v.76, p.2536-2541, 1998.
- 40- 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**, Curitiba, v.11, n.3, p.53-57, 2006.
- 41- VIU, M.A.O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil**. Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

CAPÍTULO 4 – CORRELAÇÕES GENÉTICAS DE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS TESTICULARES E APTIDÃO REPRODUTIVA COM A QUALIDADE SEMINAL DE TOUROS JOVENS DA RAÇA NELORE

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de estimar, utilizando inferência bayesiana, as correlações genéticas das características de biometria testicular e aptidão reprodutiva com os aspectos quali-quantitativos do sêmen, visando identificar o melhor critério de seleção para qualidade seminal em touros jovens da raça Nelore. Obteve-se a medida do perímetro escrotal (PE), calculou-se o volume testicular médio (VTM), o peso testicular médio (PTM), o formato testicular (FORM) e realizou-se a avaliação da morfologia espermática de 1.265 touros Nelore com idade média de 21 meses, sendo os animais classificados em aptos ou imaturos (aptidão reprodutiva - AR). Para estimação dos parâmetros genéticos utilizou-se a inferência bayesiana por meio do software THRGIBBS1F90. As estimativas de herdabilidade obtidas para PE, VTM, PTM, FORM, defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN), totais (DEFTOT) e AR foram 0,45; 0,32; 0,32; 0,35; 0,13; 0,06; 0,14 e 0,12, respectivamente. As correlações do PE com VTM, PTM, FORM, DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT e AR foram 0,82; 0,82; 0,08; -0,24; -0,04; -0,18 e -0,39, respectivamente. Já do VTM com PTM, FORM, DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT e AR foram 1,00; -0,13; -0,56; -0,26; -0,53 e -0,69. Do PTM com FORM, DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT e AR foram -0,13; -0,56; -0,26; -0,53 e -0,69. Do FORM com DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT e AR foram 0,39; 0,72; 0,51 e 0,84. Da AR com DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT foram 0,83; 0,57 e 0,77. Os resultados deste estudo permitiram concluir que algumas características reprodutivas, tais como o PE, VTM e PTM, possuem variância aditiva genética suficiente para serem utilizadas como critério de seleção. Dentre todas as características avaliadas, o VTM, o PTM e a FORM seriam as mais adequadas para uso como critério de seleção quando o objetivo é obter progresso genético para qualidade seminal de touros da raça Nelore.

Palavras-chave: andrologia, estatística bayesiana, parâmetros genéticos, zebuínos

GENETIC ASSOCIATIONS OF BIOMETRIC TESTICULAR TRAITS AND REPRODUCTIVE APTITUDE WITH SEMINAL QUALITY OF NELORE YOUNG BULLS

ABSTRACT

The experiment was carried out with the objective of estimating, using the bayesian inference, the genetic correlation of testicular measurements and reproductive aptitude with seminal quality, in order to identify the best selection criteria for semen quality. It was obtained the measure of the escrotal circumference (PE), was made calculations about the testicular medium volume (VTM), the testicular medium weight (PTM), the testicular format (FORM) and the evaluation of the spermatic morphology of 1.265 Nelore bulls with medium age of 21 months, being the animals classified in capable or immature (reproductive aptitude - AR). For estimate of the genetic parameters the bayesian inference was used through the software THRGIBBS1F90. The estimates of direct additive heritability obtained for PE, VTM, PTM, FORM, major defects (DEFMAI), smaller defects (DEFMEN), total defects (DEFTOT) and AR was 0.45; 0.32; 0.32; 0.35; 0.13; 0.06; 0.14 and 0.12, respectively. The correlations of PE with VTM, PTM, FORM, DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT and AR were 0.82; 0.82; 0.08; -0.24; -0.04; -0.18 and -0.39, respectively. Correlations between VTM with PTM, FORM, DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT and AR were 1.00; -0.13; -0.56; -0.26; -0.53 and -0.69. Of PTM with FORM, DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT and AR were -0.13; -0.56; -0.26; -0.53 and -0.69. Of FORM with DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT and AR were 0.39; 0.72; 0.51 and 0.84. AND of the AR with DEFMAI, DEFMEN and DEFTOT were 0.83; 0.57 and 0.77. The results of this study allowed to conclude that some reproductive traits, such like the PE, VTM and PTM, have genetic additive variance enough for to be used as selection criteria. Besides, among all the evaluated traits, VTM , PTM and FORM would be more appropriate for use as selection criteria when the objective is to obtain genetic progress for seminal quality of Nelore bulls.

Key words: andrology, bayesian statistics, genetic parameters, zebu cattle

1 INTRODUÇÃO

A eficiência reprodutiva é a principal determinante da viabilidade econômica da exploração de bovinos de corte. Rebanhos com taxas de fertilidade elevadas e sexualmente precoces apresentam maior taxa de desfrute, resultando em maior número de animais para a comercialização e seleção.

A seleção de machos utilizados como reprodutores é uma das etapas mais importantes para os rebanhos que adotam o sistema de monta natural, principalmente ao considerar que o touro transmite 50% do seu genótipo a um grande número de filhos (QUIRINO, 1999). Embora poucos deles sejam estéreis, existe grande variação em sua fertilidade, especialmente nos rebanhos não selecionados (KASTELIC et al., 2009).

Prática frequente em rebanhos de elite, porém ainda insipiente na maioria dos rebanhos comerciais, a utilização de reprodutores selecionados por exame andrológico tem como finalidade a garantia da qualidade seminal do reprodutor, a melhoria na eficiência reprodutiva do rebanho e, com isso, o aumento da lucratividade média por animal nascido (VIU, 2009).

A principal característica reprodutiva utilizada como critério de seleção de reprodutores é o perímetro escrotal. Isso ocorre por ter correlações genéticas com características qualiquantitativas do sêmen (QUIRINO et al., 2004; DIAS et al., 2006; DIAS et al., 2008), com idade à puberdade em machos e fêmeas (PEREIRA et al., 2000; CORRÊA et al., 2006) e com as características de crescimento (KEALEY et al., 2006). No entanto, segundo BAILEY et al. (1998), o PE é uma medida indireta da massa testicular, que não considera a variação individual na forma dos testículos e na qual a espessura da parede da bolsa escrotal é erroneamente somada.

Na preocupação de aumentar a precisão da escolha de reprodutores, estão sendo introduzidos outros conceitos além do PE como, por exemplo, o volume testicular (VTM), o peso testicular (PTM) (BAILEY et al., 1996; UNANIAN et al., 2000), a forma (FORM) dos testículos (BAILEY et al., 1998) e a aptidão reprodutiva (AR) (SILVEIRA, 2004). Neste contexto, seria de extrema importância conhecer os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para tais

características para verificar a possibilidade de sucesso ao selecionar animais superiores para estas características.

O objetivo desse estudo foi estimar, utilizando inferência bayesiana, as correlações genéticas das características de biometria testicular e aptidão reprodutiva com os aspectos qualiquantitativos do sêmen, visando identificar o melhor critério de seleção para qualidade seminal em touros jovens da raça Nelore.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, foram utilizadas 1.265 avaliações andrológicas de touros jovens da raça Nelore, criados em sistemas de produção a pasto, na região Centro-Oeste do Brasil. Os animais eram provenientes das fazendas São Luiz (Barra do Garças, MT), Estância São José (Jataí, GO), Capivara da Embrapa Arroz e Feijão (Goiânia, GO) e Princesa do Barreirão (Doverlândia, GO). Foram estudadas as características reprodutivas: perímetro escrotal (PE); volume testicular médio (VTM); peso testicular médio (PTM); forma testicular (FORM); defeitos espermáticos maiores (DEFMAI); defeitos espermáticos menores (DEFMEN); defeitos totais (DEFTOT); e aptidão reprodutiva (AR).

Os touros foram submetidos a exame clínico geral e do sistema reprodutor de acordo com as recomendações do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998), incluindo a mensuração do PE com o uso de fita métrica no maior diâmetro da bolsa testicular. As medidas de comprimento e largura dos testículos foram obtidas com o uso do paquímetro digital Starret® cat. nº 727-6/150.

O sêmen foi colhido pela técnica de eletroejaculação e uma alíquota foi avaliada imediatamente para motilidade individual progressiva (0 a 100%), vigor (0 a 5) e turbilhonamento (0 a 5), todos em microscopia óptica com aumento de 1000 vezes. Quando a avaliação de um ejaculado de aspecto branco cremoso, que era considerado como representativo de concentração espermática dentro dos padrões de normalidade (CBRA, 1998), apresentava motilidade abaixo de 50%, esse touro era submetido imediatamente a nova colheita, sendo a

morfologia espermática realizada com o segundo ou até mesmo o terceiro ejaculado. Em seguida, para aqueles que apresentaram motilidade espermática superior a 50%, foi realizada a avaliação da morfologia espermática, usando microscopia de contraste de fase em aumento de 1.000 vezes, agrupando-se as patologias espermáticas em defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT), segundo preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

Com base nas informações obtidas, é que determinou-se as categorias para a característica aptidão reprodutiva, sendo: 0) sexualmente imaturos (motilidade < 50%, vigor < 3 ou defeitos > 30%, desde que fosse detectada alta contagem de gotas citoplasmáticas proximais); e 1) aptos à reprodução (motilidade ≥ 50%; vigor ≥ 3; e defeitos < 30%).

Quanto à determinação da forma testicular, a classificação de cada animal foi realizada obtendo-se a razão entre largura testicular média (média das larguras do testículo esquerdo e direito) e comprimento testicular médio (média dos comprimentos do testículo esquerdo e direito), de acordo com o método empregado por BAILEY et al. (1996) e BAILEY et al. (1998) na escala de 0,5 a 1, em que 0,5 significa largura igual à metade do comprimento e 1 largura igual ao comprimento. Para cada classe um valor limite foi estabelecido:

- 1 - testículos com formato longo - razão ≤ 0,5;
- 2 - testículos com formato longo-moderado - razão de 0,51 a 0,625;
- 3 - testículos com formato longo-oval - razão de 0,626 a 0,750;
- 4 - testículos com formato oval-esférico - razão de 0,751 a 0,875; e
- 5 - testículos com formato esférico - razão > 0,875.

O volume testicular foi calculado segundo BAILEY et al. (1998), empregando-se a fórmula:

$$VT = 4/3(\pi) (L/2) (W/2)^2$$

onde:

VT = volume testicular;

L = comprimento testicular;

W = largura testicular; e

π = constante (3,14).

O volume testicular médio (VTM) foi a média aritmética do volume dos testículos esquerdo e direito, calculados segundo BAILEY et al. (1998).

O peso testicular (PT) foi calculado segundo BAILEY et al. (1998), usando-se uma derivação da fórmula do prolato esférico:

$$PT = 0.5533 (L) (W)^2$$

onde:

PT = peso testicular;

L = comprimento testicular; e

W = largura testicular.

O peso testicular médio (PTM) foi a média aritmética do peso dos testículos esquerdo e direito, calculados segundo BAILEY et al. (1998).

A estruturação dos arquivos de dados foi realizada com a utilização do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000). Utilizaram-se dados andrológicos de primeira coleta de touros jovens de 17 a 24 meses de idade.

As análises de crítica e consistência dos dados foram realizadas por meio do procedimento UNIVARIATE (SAS, 2000) para determinar se os erros experimentais das variáveis possuíam distribuição normal de probabilidade e homogeneidade de variância. Foram realizadas análises de variância utilizando-se o método dos quadrados mínimos por meio do procedimento GLM (SAS, 2000). As médias ajustadas foram obtidas através da opção "statement" LSMEANS do procedimento GLM.

A definição dos grupos de contemporâneos foi dada por: fazenda, ano e estação de nascimento (verão, outono, inverno e primavera). Foram eliminados os animais que não apresentaram informações genealógicas confiáveis, touros com menos de cinco filhos e grupos contemporâneos sem variabilidade e/ou que continham menos de oito animais para todas as características avaliadas.

Na estimação dos parâmetros genéticos, utilizou-se a inferência bayesiana por meio do software THRGIBBS1F90 (TSURUTA & MIZTAL, 2006), sob modelo animal linear e de limiar. Para as características estudadas considerou-se como efeitos fixos o grupo de contemporâneos e o ano de coleta,

além da idade do animal no momento da coleta como covariável. O modelo completo pode ser representado em notação matricial como:

$$y = X\beta + Z_1a + e$$

Em que y é o vetor das observações (características andrológicas), β é o vetor dos efeitos fixos (data da coleta e grupo contemporâneo além da covariável idade do animal no momento da coleta), a é o vetor dos efeitos aleatórios que representam os valores genéticos aditivos direto de cada animal e o vetor de efeitos aleatórios residuais, e X , Z_1 são as matrizes de incidência que relacionam as observações aos efeitos fixos, aos efeitos aleatórios genéticos aditivos direto e aos efeitos aleatórios residuais, respectivamente. O arquivo de genealogia incluiu 2.224 animais da raça Nelore.

As características foram analisadas de forma univariada com intuito de obter as estimativas de componentes de (co)variância e, posteriormente, de forma bivariada, obtendo-se, assim as variâncias e covariâncias, as correlações genéticas aditivas e residuais e as herdabilidades das características em estudo.

No modelo de limiar assume-se que a escala subjacente apresenta distribuição normal contínua sendo representada como:

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

Em que U é o vetor da escala base de ordem r ; $\theta' = (\beta', a')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s com β (definido sob o ponto de vista frequentista, como efeitos fixos) e ordem s com a (efeitos aleatórios genético aditivo direto); W é a matriz de incidência conhecida de ordem r por s ; I é a matriz de identidade de ordem r por r , e σ_e^2 é a variância residual.

Para as análises bivariadas envolvendo características categóricas e contínuas, de acordo com o enfoque bayesiano, admitiu-se que as distribuições iniciais dos efeitos aleatórios genéticos e residuais, seguem distribuição normal multivariada conforme representado a seguir:

$$p\left(\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} \middle| G\right) \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, G = G_0 \otimes A\right) \quad p\left(\begin{matrix} e_1 \\ e_2 \end{matrix} \middle| R\right) \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, R = R_0 \otimes I\right)$$

Em que:

$$G_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a1}^2 & \sigma_{a1a2} \\ \sigma_{a1a2} & \sigma_{a2}^2 \end{bmatrix} \text{ e } R_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix}$$

Sendo que G_0 é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas, R_0 é a matriz de variâncias residuais, \otimes é o operador do produto direto, A é a matriz de parentesco e I é a matriz identidade. Assumiu-se distribuições iniciais das (co)variâncias como uma *Wishart* Invertida para os efeitos aleatórios genéticos, não correlacionados e residuais das características estudadas, inclusive a covariância entre elas. Foram definidas distribuições iniciais uniformes tanto para os efeitos fixos como para os limiares.

Na implementação da Amostragem de Gibbs foi utilizado um tamanho de cadeia inicial de 1.000.000 de ciclos, sendo que os primeiros 300.000 ciclos foram descartados e as amostras retiradas a cada 1.000 ciclos, totalizando 700 amostras iniciais. As análises das amostras, da correlação serial e da convergência da cadeia de Gibbs foram realizadas com o auxílio do programa GIBANAL (VAN KAAM, 1998).

O parâmetro ν é o grau de liberdade correspondente à distribuição *Wishart* Invertida indicando o grau de confiabilidade da distribuição inicial. Neste estudo, o parâmetro ν utilizado foi de valor zero, ou seja, não refletia nenhum grau de conhecimento sobre os parâmetros.

O erro de Monte Carlo, de grande utilidade para garantir a convergência das cadeias de Monte Carlo, foi estimado calculando a raiz da variância das amostras retiradas para cada componente de (co)variância e dividindo esta variância pelo número de amostras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns parâmetros descritivos das características relacionadas à biometria e à qualidade seminal estudadas foram disponibilizados na Tabela 1.

TABELA 1 - Número de observações (n), valor mínimo (Min), valor máximo (Max), médias ajustadas pelos quadrados mínimos (\bar{X}), variância fenotípica (σ_p^2) e desvio-padrão fenotípico (σ_p) das medidas relacionadas à biometria testicular e à qualidade seminal de 1.265 animais

Características	Min	Max	\bar{X} *	σ_p^2	σ_p
Idade (meses)	16,68	24,49	21,10	3,92	1,98
PE (cm)	28,00	42,00	32,04	8,95	2,99
VTM (cm ³)	141,37	1281,77	293,99	12166,41	110,30
PTM (g)	146,62	1354,48	310,67	13585,88	116,55
DEFMAI (%)	0	82,00	12,63	116,82	10,80
DEFMEN (%)	0	55,00	6,40	40,20	6,34
DEFTOT (%)	0	87,00	19,03	155,58	12,47

* Médias ajustadas pelos quadrados mínimos. Perímetro escrotal (PE), volume testicular médio segundo Bailey (VTM), peso testicular médio segundo Bailey (PTM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT).

O PE médio de animais da raça Nelore obtido no presente estudo (32,04 cm) foi próximo ao reportado por QUIRINO (1999), que encontrou PE médio de 31,4 cm aos 24 meses; SILVA et al. (2002), que obtiveram PE médio de 27,22 em animais de 18 meses; VALENTIN et al. (2002), que obtiveram 27,4 cm para animais aos 21 meses; SILVEIRA (2004), que obteve média de 31,99 cm aos 21 meses; e VIU et al. (2006), que obtiveram 33,19 cm para animais entre 21 e 24 meses; VIU (2009) que obteve 32 cm aos 21 meses.

Com relação ao VTM e PTM, os valores encontrados no presente estudo (293,99 cm³ e 310,67 g) estão próximos aos relatados por VIU et al. (2006), que trabalhando com touros jovens da raça Nelore, descreveram VTM de 300,43 cm³ e PTM de 317,47 g em animais de 21 a 24 meses. Valores semelhantes também foram relatados por VIU (2009) que estudou a biometria testicular de touros Nelore jovens com idade média de 21 meses e descreveram VTM de 293,9 cm³ e 310,6 g de PTM. QUIRINO (1999) trabalhou com animais Nelore e obteve VTM de 316,9 cm³ utilizando a metodologia proposta por TOELLE & ROBINSON (1985).

Valores menores foram descritos por UNANIAN et al. (2000), que obtiveram VTM de 239,26 cm³ e PTM de 308,06 g. Porém, ressalta-se que estes autores trabalharam com animais com idade média de 18 meses, ou seja, três meses mais novos que os participantes deste trabalho. Além disso, para cálculo do volume testicular, estes autores utilizaram a fórmula do cilindro, conforme metodologia descrita por FIELDS et al. (1979), enquanto que no presente estudo utilizou-se a metodologia descrita por BAILEY et al. (1998).

Valores maiores foram descritos por SILVEIRA (2004), que obtiveram 632,21 cm³ de VTM para touros Nelore de 21 meses. Porém, esse autor empregou uma metodologia diferente, utilizando a fórmula preconizada por FIELDS et al. (1979) para testículos com formato longo, longo-moderado e longo-oval; e a fórmula preconizada por BAILEY et al. (1998) para testículos com formato ovóide-esférico e esférico, justificando a diferença entre os valores obtidos nos dois estudos.

Ao analisar a Figura 1, percebe-se que, de uma maneira geral, quanto maior o volume e o peso testicular, menor a quantidade de defeitos espermáticos e, por conseguinte, melhor a qualidade do ejaculado produzido. Estes resultados corroboram com os de VIU et al. (2006) que afirmaram que, com o avançar da idade, os animais ganharam peso, aumentaram as medidas testiculares e melhoraram os aspectos morfológicos do ejaculado.

Quanto à proporção de defeitos espermáticos maiores, menores e totais, os valores obtidos neste estudo foram próximos aos descritos por outros autores que também trabalharam com animais da raça Nelore, como SILVEIRA (2004), que obteve 15,86%; 6,33% e 22,19% para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente; VIU et al. (2006), que obtiveram 5,93%; 4,26% e 10,19% e VIU (2009), que obteve 12,6%, 6,4% e 19,0% para estas mesmas características, respectivamente.

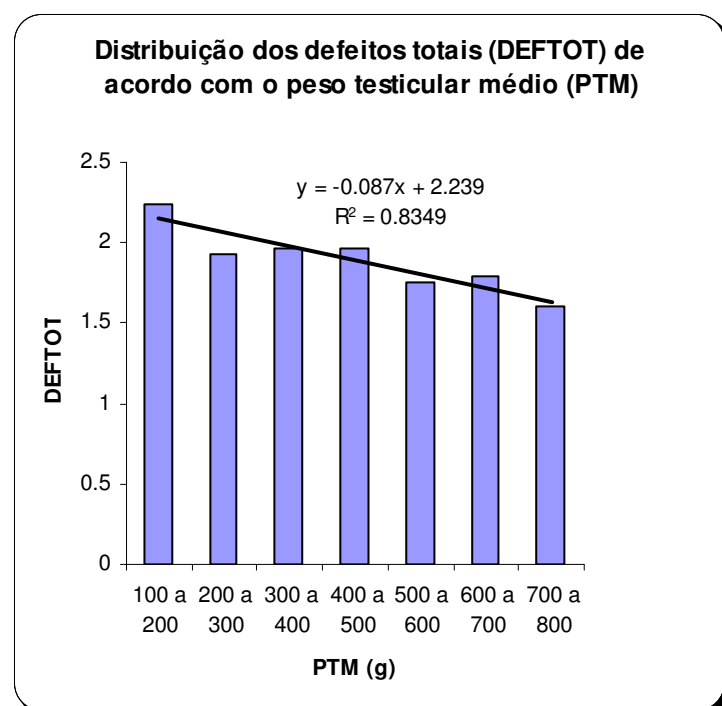
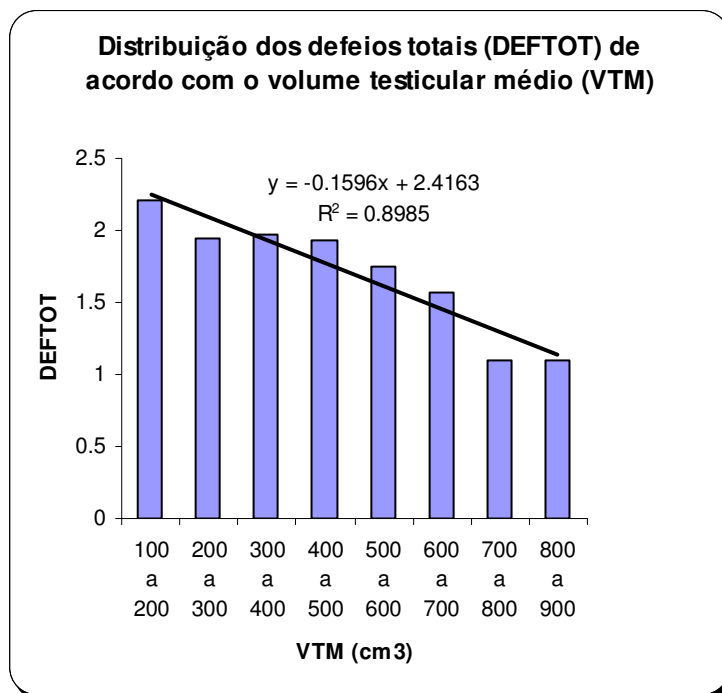


FIGURA 1 - Distribuição dos defeitos totais em função do volume e do peso testicular em touros Nelore jovens

Na Tabela 2 são apresentadas médias ajustadas pelos quadrados mínimos (\bar{X}) e o desvio padrão fenotípico (σ_p) das características de biometria testicular e qualidade seminal segundo a aptidão reprodutiva. Percebe-se que,

ao agrupar os animais em aptos e imaturos sexualmente, todas as seis características avaliadas apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$), como já era esperado, sendo o PE, o VTM e o PTM menores e a quantidade de defeitos maior no grupo de animais imaturos.

TABELA 2 - Número de observações (n), média ajustada pelos quadrados mínimos (\bar{X}) e desvio-padrão (σ_p) das medidas de biometria testicular e qualidade seminal segundo a aptidão reprodutiva dos touros

Características	APTOS			IMATUROS		
	n	\bar{X}	σ_p	n	\bar{X}	σ_p
PE (cm)	880	32,48 ^a	2,88	385	31,03 ^b	2,98
VTM (cm ³)	880	301,80 ^a	108,83	385	276,14 ^b	111,69
PTM (g)	880	318,92 ^a	115,00	385	291,81 ^b	118,03
DEFMAI (%)	880	8,85 ^a	4,68	385	21,26 ^b	15,06
DEFMEN (%)	880	4,64 ^a	3,65	385	10,41 ^b	8,86
DEFTOT (%)	880	13,50 ^a	6,01	385	31,67 ^b	14,10

* Letras diferentes na mesma linha indicam diferença ($P < 0,01$), pelo teste t (LSMEANS - "statement"). Perímetro escrotal (PE), volume testicular médio segundo Bailey (VTM), peso testicular médio segundo Bailey (PTM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN) e defeitos totais (DEFTOT).

Dos 1.265 animais avaliados, 880 (69,56%) foram considerados aptos à reprodução e 385 (30,43%) foram considerados imaturos sexualmente. Este achado é de extrema importância, pois demonstra a possibilidade de utilização precoce destes animais em estação reprodutiva, fato que contribuiria para a redução do déficit de touros devidamente testados e selecionados para trabalhar como reprodutores, além de acelerar o melhoramento genético obtido através da seleção por reduzir o intervalo de gerações.

Estes resultados são próximos aos obtidos por SALVADOR et al. (2002), que obtiveram 67% dos touros Nelore aptos à reprodução entre 30 e 48 meses de idade e também por VIU (2009), que relatou que 69% dos touros Nelore de 17 a 24 meses estavam aptos e 31% imaturos. No entanto, estes

resultados são menores que os relatados por SANTOS et al. (2005), que obtiveram 78% de touros aptos em animais de 20 a 24 meses de idade; e também aos apresentados por SILVEIRA (2004), que avaliaram animais Nelore com idade média de 21 meses e observaram que 78,33% estavam aptos e 32,77% imaturos. Essas variações encontradas entre resultados de diferentes estudos ocorrem, provavelmente, em virtude da diferença de idade dos animais estudados e também devido à diferente intensidade de seleção para precocidade sexual aplicada aos diferentes rebanhos.

A Tabela 3 demonstra a frequência (absoluta e relativa) das formas dos testículos dos animais avaliados. O formato testicular mais frequente em animais Nelore com idade média de 21 meses foi o longo-moderado (74,62%), seguido do longo-oval (19,92%).

TABELA 3 - Frequências das formas dos testículos (razão LARG/COMP) de touros Nelore

FORMA TESTICULAR	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
Longo	20	1,58
Longo-moderado	944	74,62
Longo oval	252	19,92
Oval-esférico	29	2,29
Esférico	20	1,58
TOTAL	1265	100

Esses resultados assemelham-se aos obtidos por UNANIAN et al. (2000), que estudaram animais da raça Nelore e relataram maior frequência da forma longa-moderada (60,19%) em animais com 18 meses de idade. Da mesma forma, VIU et al. (2006) estudaram animais da raça Nelore e relataram que a forma mais frequente foi a longa-moderada (69,7%), seguida da longa-oval (14,68%), em animais com até 20 meses de idade. Resultado semelhante foi descrito por SILVEIRA et al. (2004), que avaliaram touros Nelore com idade média de 21 meses de idade e obtiveram maior frequência do formato longo-moderado (66,19%), seguido do longo (30,80%). Corroborando com estes estudos, VIU (2009) também avaliou touros Nelore com média de 21 meses de

idade e obteve maior frequência do formato longo-moderado (74,6%). Esses resultados demonstram que é uma característica intrínseca de animais Nelore possuir testículos mais alongados, o que pode ser extremamente vantajoso, ainda mais considerando que testículos menos esféricos apresentam maior superfície de contato com o meio ambiente, facilitando a termorregulação, além de possibilitar a distribuição mais uniforme dos vasos sanguíneos e tecido espermático, favorecendo os padrões seminiais.

A Figura 2 demonstra a distribuição dos defeitos totais de acordo com o formato testicular dos touros. Pela análise da figura, percebe-se que quanto maior o formato testicular (testículo esférico), maior a quantidade de defeitos espermáticos totais e, por conseguinte, menor a qualidade do ejaculado. Este resultado confirma a teoria de BAILEY et al. (1996) e UNANIAN et al. (2000), que propuseram que animais com testículos mais alongados têm maior facilidade para dissipar o calor, o que resulta em melhor qualidade espermática e também em maior vida útil do reprodutor.

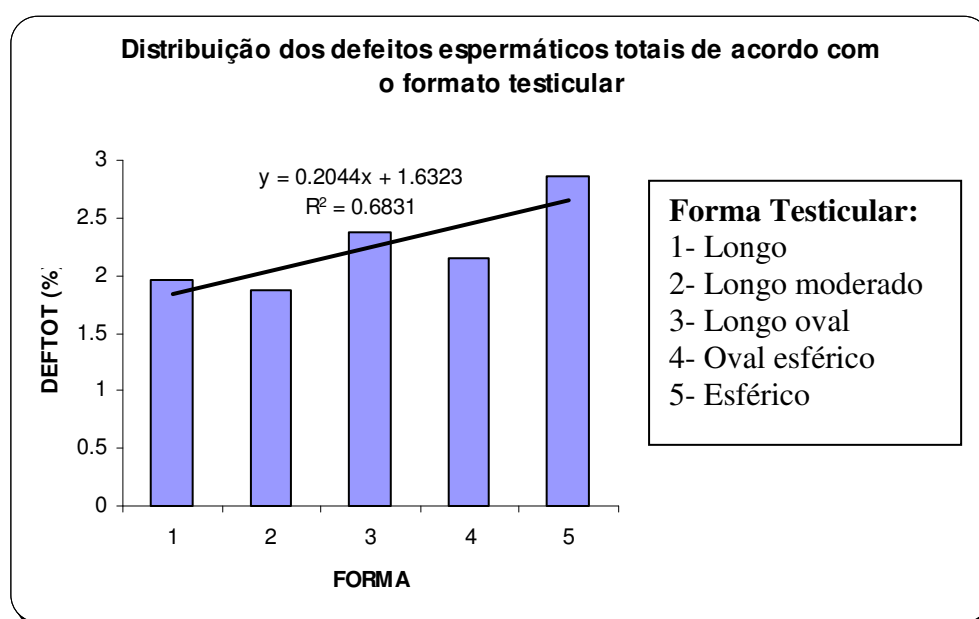


FIGURA 2 - Distribuição dos defeitos espermáticos totais de acordo com o formato testicular de touros Nelore jovens

Neste estudo, a frequência de formatos oval-esférico e esférico foi irrelevante perto do contingente de animais que apresentaram os formatos longo-moderado e longo-oval (Tabela 3). Isso talvez explique, fisiologicamente, a

adaptação dos animais da raça Nelore às condições trópico-equatoriais pela teoria suposta por BAILEY et al. (1996), afirmando que testículos mais alongados apresentam melhor arquitetura vascular, com maior área superficial e melhores distribuições venosas e arteriais, facilitando a perda de calor para o meio. Para os autores, testículos mais alongados apresentam maior gradiente de temperatura entre os pólos testiculares, resultando em menor temperatura média no microambiente intratesticular (avaliados por termografia por infravermelho), fato comum em animais com ótimos padrões seminais.

Na Tabela 4 observa-se a estatística descritiva das herdabilidades para as características reprodutivas estudadas obtidas por meio de análises bayesianas univariadas sob modelo animal linear-linear.

TABELA 4 - Estatística descritiva das estimativas de herdabilidade das características perímetro escrotal (PE), volume testicular médio (VTM), peso testicular médio (PTM), formato testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR), obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal

Estatística Descritiva	Herdabilidades							
	PE	VTM	PTM	FORM	DEFMAI	DEFMEN	DEFTOT	AR
Média	0.45	0.32	0.32	0.35	0.13	0.06	0.14	0.12
Moda	0.46	0.33	0.33	0.33	0.08	0.04	0.08	0.11
Mediana	0.45	0.32	0.32	0.33	0.11	0.05	0.13	0.11
Erro de Monte Carlo	0.0001	0.0001	0.0001	0.0028	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Na tabela anterior observa-se que os valores de média, moda e mediana, de uma maneira geral, foram próximos para todas as características reprodutivas estudadas de touros Nelore com idade média de 21 meses, exceto para DEFMAI e DEFTOT, nas quais a moda foi inferior à média e mediana. Neste caso, assume-se distribuição Wishart invertida e considera-se como estimativa do parâmetro o valor da moda, seguindo as recomendações de SORENSEN et al. (1995). De acordo com MAGNABOSCO et al. (2000), na inferência bayesiana, a

medida de tendência central que melhor representa o verdadeiro valor biológico do parâmetro não é a média e sim a moda, já que esta representa o valor que aparece com maior frequência na densidade marginal posterior de cada parâmetro.

Medidas de tendência central próximas sugerem que a convergência da cadeia de Gibbs foi atingida, sendo que as distribuições marginais posteriores dos componentes de (co)variâncias tenderam a uma distribuição normal. É importante ressaltar que a simetria das estimativas de medidas de tendência central é um indicativo da convergência da cadeia amostral (SILVA et al., 2005). No entanto, não é necessário que ocorra essa simetria para garantir a convergência, pois se espera distribuições *Wishart* Invertida das densidades marginais posteriores dos componentes de (co)variâncias (SORENSEN et al., 1995; VAN TASSEL et al., 1998).

De acordo com SORENSEN et al. (1995), o erro de Monte Carlo representa o erro da estimação do parâmetro devido ao número de amostras usadas na cadeia de Gibbs. VAN TASSEL & VAN VLECK (1996) afirmaram que o erro de Monte Carlo é inversamente proporcional ao tamanho da cadeia de Gibbs, e conhecer este fator é muito importante para avaliar se a implementação da Amostragem de Gibbs foi adequada para gerar as médias posteriores das distribuições marginais dos componentes de (co)variâncias. Neste estudo, pode ser observado (Tabela 4) que o erro de Monte Carlo foi muito pequeno para todas as estimativas de herdabilidade, indicando que o tamanho da cadeia de Gibbs foi suficiente para obter estimativas precisas das médias posteriores. O erro de Monte Carlo é considerado pequeno quando seu valor, somado à estimativa média da distribuição posterior dos coeficientes de herdabilidade, não altera o valor desta estimativa, considerando até a segunda casa decimal da herdabilidade (FARIA et al., 2007). Assim, podemos inferir que a metodologia utilizada foi eficiente para obter estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas lineares e também discretas.

Na Figura 2 observa-se que as distribuições se assemelharam a uma normal ou à *Wishart* invertida, estando de acordo com as pressuposições bayesianas (VAN TASSEL et al., 1998) indicando que os valores genéticos foram devidamente preditos para todas as características reprodutivas estudadas.

As estimativas dos componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos para as características PE, VTM, PTM, FORM, DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT de bovinos da raça Nelore são apresentadas na Tabela 5.

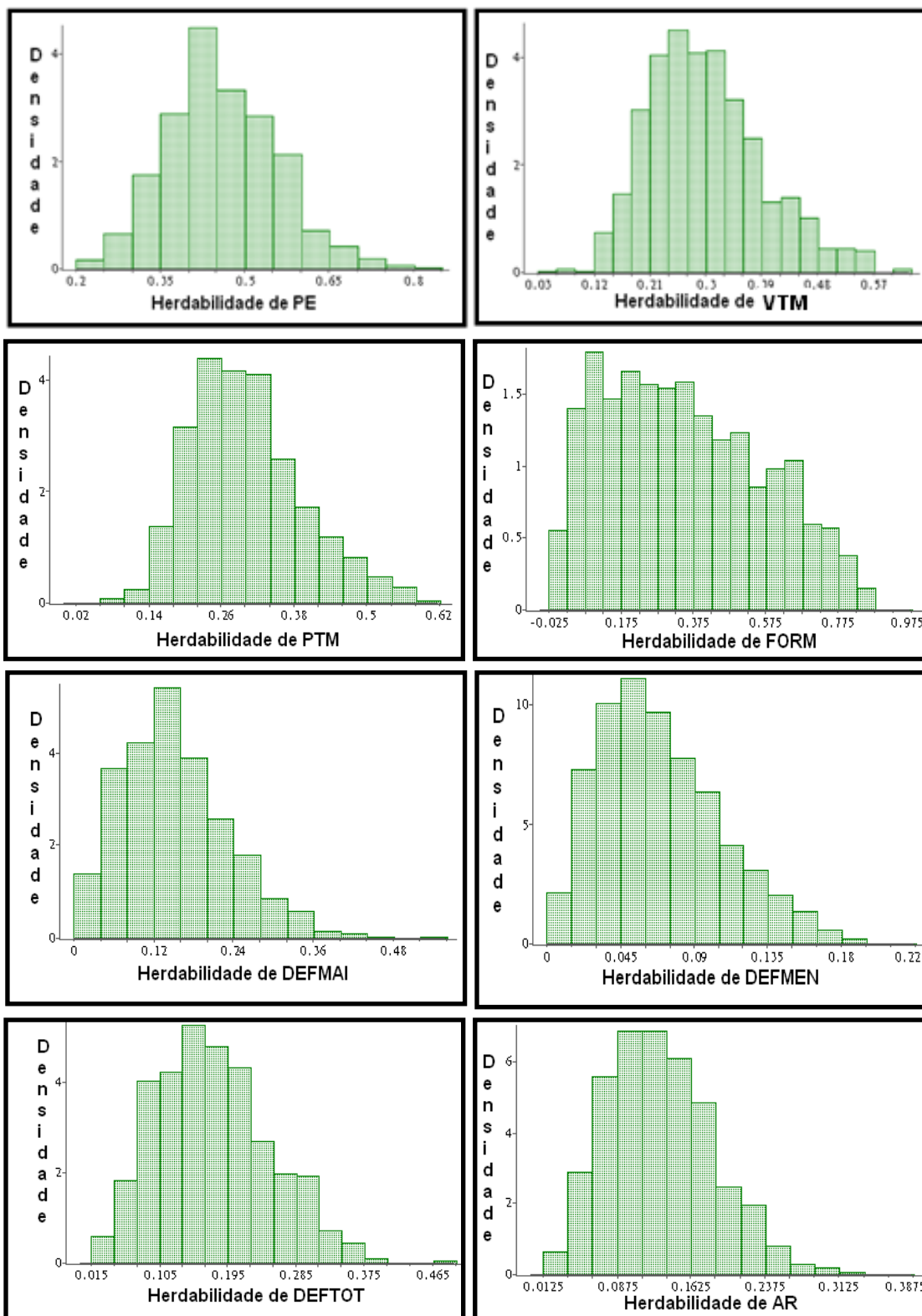


FIGURA 2 - Histogramas das estimativas de densidades posteriores da herdabilidade para perímetro escrotal (PE), volume testicular (VTM), peso testicular (PTM), formato testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR), obtidos a partir de análises univariadas sob modelo animal linear-linear

TABELA 5 - Estimativas dos componentes de variância e herdabilidade para as características perímetro escrotal (PE), volume testicular médio (VTM), peso testicular médio (PTM), formato testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas univariadas

Características	σ^2_g	σ^2_e	h^2_{med}	h^2_{mod}	RC (95%)
PE	2,52	3,09	0,45	0,46	0,26 a 0,64
VTM	2341,59	4841,43	0,32	0,33	0,15 a 0,52
PTM	2616,11	5404,58	0,32	0,33	0,15 a 0,52
FORM	0,10	0,19	0,35	0,33	0,02 a 0,78
DEFMAI	12,61	85,89	0,13	0,08	0,01 a 0,31
DEFMEN	1,82	31,26	0,06	0,04	0,00 a 0,13
DEFTOT	18,95	119,36	0,14	0,08	0,02 a 0,29
AR	0,02	0,16	0,12	0,11	0,03 a 0,23

σ^2_a = variância genética aditiva; σ^2_e = variância residual; h^2_{med} = média da herdabilidade; h^2_{mod} = moda da herdabilidade; RC (95%) = região de credibilidade a 95%.

Alguns autores (HOESCHELE et al., 1995; FARIA et al., 2007) relatam a ocorrência de “*blowing up*” da cadeia de Gibbs em que a variância genética aditiva continua a aumentar até alcançar valores absurdos, de modo que a inversa da matriz das variâncias e covariâncias genéticas resulta em não positiva definida, interrompendo a continuação da cadeia de Gibbs. No presente estudo o “*blowing up*” da cadeia de Gibbs não ocorreu, sendo a convergência atingida em todas as análises.

Vários grupos de pesquisa já adotam a inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de crescimento e avaliação visual, porém,

trabalhos utilizando essa metodologia para estimar os componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características reprodutivas são escassos na literatura especializada. Quando abordam esse tipo de característica, limitam-se a estudar apenas o PE. Essa situação dificulta a comparação dos resultados do presente estudo com outros obtidos utilizando-se a mesma metodologia. Por outro lado, o contraste entre resultados obtidos com a inferência bayesiana e os obtidos com metodologias já consagradas, como a máxima verossimilhança restrita (REML), são de grande valia, pois estes servem como referência para avaliar a eficiência da inferência bayesiana em estimar estes parâmetros.

A estimativa de herdabilidade para PE obtida neste estudo (0,46) pode ser considerada de moderada a alta magnitude e está próxima aos valores descritos por CYRILLO et al. (2001), PEREIRA et al. (2000), ORTIZ PEÑA et al. (2001), PEREIRA et al. (2002), SARREIRO et al. (2002), SILVEIRA (2004), DIAS et al. (2006) e VIU (2009), que obtiveram 0,44; 0,51; 0,41; 0,47; 0,38; 0,37; 0,46 e 0,44, respectivamente. Valores superiores foram relatados por BERGMANN et al. (1997) e QUIRINO (2004), que obtiveram 0,87 e 0,81, respectivamente. Vale ressaltar que todos os autores citados trabalharam com animais da raça Nelore e a maioria utilizou a metodologia REML.

BARBOSA (2003) e SILVA et al. (2008) trabalharam com animais da raça Nelore utilizando a inferência bayesiana para obter as estimativas de herdabilidade para PE e descreveram os seguintes valores, respectivamente, 0,61 e 0,42.

Estes resultados evidenciam a existência de variabilidade genética para esta característica dentro da raça Nelore, sendo possível e eficiente a obtenção de melhoramento genético via seleção dos indivíduos superiores.

As estimativas de herdabilidade das características VTM, PTM e FORM foram, respectivamente, 0,33; 0,33 e 0,33 (Tabela 5), podendo ser consideradas de moderada magnitude. SILVEIRA (2004), utilizando a metodologia REML, obteve valor muito próximo para VTM (0,33) e FORM (0,12). VIU (2009), também utilizando a metodologia REML, obteve valores próximos para as estimativas de herdabilidade para VTM (0,30) e PTM (0,30).

Diferentemente dos autores supracitados, QUIRINO (1999) descreveu valor de 0,50 para herdabilidade da característica volume testicular. Porém, é importante ressaltar que esta autora utilizou a metodologia recomendada por TOELLE & ROBISON (1985) para o cálculo do volume testicular, enquanto neste trabalho utilizou-se a metodologia proposta por BAILEY et al. (1996). Valores destoantes foram descritos por DIAS (2004), que obteve herdabilidade de 1,0 para esta mesma característica utilizando a fórmula do volume da parábola. Esse resultado pode ser atribuído ao método de cálculo da característica.

Todos os resultados apresentados, independentemente da metodologia empregada, indicam que as características PTM, VTM e FORM podem e devem ser utilizadas como critérios de seleção em rebanhos Nelore, pois apresentam herdabilidade maior do que o esperado para características reprodutivas, que geralmente apresentam estimativas mais modestas. Esses números mostram que é possível obter progresso genético pelo método da seleção.

Em se tratando de defeitos espermáticos, agrupados em defeitos maiores, menores e totais, os valores de herdabilidade obtidos foram 0,08; 0,04 e 0,08, respectivamente, conforme pode ser observado na Tabela 5, sendo considerados de baixa magnitude.

Valores próximos foram descritos por SARREIRO et al. (2000) e SARREIRO et al. (2002), que trabalhando com animais da raça Nelore descreveram herdabilidade para taxa de espermatozoides anormais de 0,19 e 0,07, respectivamente. Da mesma forma, KEALEY et al. (2006) relataram herdabilidade de 0,35 para taxa de espermatozoides normais trabalhando com touros Hereford. Valor semelhante também foi descrito por SILVEIRA (2004), que obteve estimativas de herdabilidade para defeitos espermáticos maiores (0,20), menores (0,03) e totais (0,19). DIAS et al. (2006), também trabalharam com animais Nelore e obtiveram os seguintes valores de herdabilidade para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente, 0,16; 0,09 e 0,11. SMITH et al. (1989) trabalharam com touros Hereford, Angus e Red Angus e obtiveram estimativas de herdabilidade para defeitos primários (0,31) e defeitos secundários (0,02). VIU (2009) trabalhou com qualidade seminal de 1.265 touros da raça Nelore e obteve as seguintes estimativas de herdabilidade para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente, 0,10; 0,03 e 0,12.

De maneira geral, as características de patologia espermática possuem baixa variância genética aditiva e as herdabilidades são consideradas de baixa magnitude, porém positivas. Sendo assim, o ganho genético por seleção seria pequeno, porém permanente e benéfico do ponto de vista econômico. De acordo com BERGMANN (1993), a seleção para a eficiência reprodutiva pode e deve ser feita, pois reflete no desempenho produtivo dos rebanhos, além de proporcionar mudanças genéticas favoráveis e permanentes a longo prazo.

Quanto à aptidão reprodutiva (AR), raros são os trabalhos encontrados na literatura especializada que se propõem a estimar os parâmetros genéticos, assim como para forma testicular, por se tratar de características discretas, o que exige metodologia diferenciada para análise. No presente estudo, a estimativa de herdabilidade para AR foi 0,11 (Tabela 5), valor inferior ao descrito por SILVEIRA (2004) que obteve 0,22 em análise univariadas e 0,45 em análise conjunta com o PE, utilizando o método \mathfrak{R} (REVERTER et al., 1994). A escassez de trabalhos a cerca da aptidão reprodutiva, bem como a diversidade de resultados existente entre os mesmos, indica a necessidade de mais estudos.

Na Tabela 6 estão sumarizadas as correlações genéticas entre as características estudadas. Observa-se que a correlação do PE com o VTM e o PTM foi de 0,82, um valor considerado de alta magnitude. SILVEIRA (2004) relataram correlação de 0,88 entre essas mesmas características. Esses resultados indicam que ao selecionar para qualquer uma das três características, haverá melhoria das outras duas. Isso quer dizer que a expressão das três características é determinada, em grande parte, pelo mesmo conjunto de genes, originando essa resposta correlacionada.

O PE tem sido o principal critério de seleção adotado para conseguir progresso genético para aspectos reprodutivos nos bovinos de corte. No entanto, suspeitava que a seleção para essa característica levasse a animais com maior largura testicular, o que dificultaria a termorregulação e prejudicaria os aspectos qualiquantitativos do sêmen (BAILEY, 1998). Nesse estudo, a correlação entre PE e FORM foi de 0,08, valor considerado muito baixo que indica que praticamente não há resposta correlacionada, sendo as duas características independentes.

De maneira geral, as correlações entre o PE e as características indicadoras de qualidade seminal foram negativas e de baixa magnitude,

conforme já salientado por SARREIRO et al. (2002); DIAS et al. (2006); DIAS et al. (2008); e VIU (2009). Tais observações reforçam a idéia de que esta característica está mais associada à precocidade sexual de machos e fêmeas do que aos aspectos qualiquantitativos do sêmen, sendo necessário identificar outros indicadores que possam ser utilizados como critério de seleção para qualidade seminal. Valores próximos aos obtidos neste estudo foram descritos por SILVEIRA (2004), que obteve correlação genética entre PE e DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT de -0,41; -0,02 e -0,09, respectivamente. Da mesma forma, VIU (2009) descreveram correlações entre PE e estas mesmas características de -0,25; -0,08 e -0,21, respectivamente.

TABELA 6 - Correlações genéticas aditivas (diagonal superior) e erro padrão de monte Carlo (diagonal inferior) entre perímetro escrotal (PE), volume testicular (VTM), peso testicular (PTM), forma testicular (FORM), defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT) e aptidão reprodutiva (AR) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas bivariadas sob modelo animal

Características	PE	VTM	PTM	FORM	DEFMAI	DEFMEN	DEFTOT	AR
PE		0,82	0,82	0,08	-0,24	-0,04	-0,18	0,39
VTM	0,0038		1,00	-0,13	-0,56	-0,26	-0,53	0,69
PTM	0,0038	0,0000		-0,13	-0,56	-0,26	-0,53	0,69
FORM	0,0030	0,0050	0,0050		0,39	0,72	0,51	-0,84
DEFMAI	0,0019	0,0022	0,0022	0,0014		-	-	-0,83
DEFMEN	0,0045	0,0072	0,0072	0,0030	-		-	-0,57
DEFTOT	0,0077	0,0021	0,0021	0,0078	-	-		-0,77
AR	0,0034	0,0031	0,0031	0,0089	0,0064	0,0040	0,0069	-

A correlação entre VTM e PTM foi de 1,0, o que já era esperado, visto que ambas são obtidas a partir da largura e do comprimento dos testículos, ou seja, elas têm a mesma origem dos dados. Isso quer dizer que não há a necessidade de inclusão das duas características em programas de melhoramento genético.

Detectou-se correlação negativa de moderada intensidade do VTM e PTM com a quantidade de defeitos (Tabela 6), indicando que quanto maior o volume e o peso testicular, menor a quantidade de defeitos. Esse resultado demonstra que quando a intenção é selecionar para qualidade seminal, o VTM ou do PTM seriam as características mais indicadas para uso como critério de seleção, tendo em vista suas herdabilidades de moderada magnitude e suas associações favoráveis com os aspectos qualiquantitativo seminais.

No que se refere à FORM, esta apresentou correlação positiva de moderada a alta magnitude com a quantidade de defeitos maiores (0,39), menores (0,72) e totais (0,51). Isso significa que quanto mais alongados os testículos, menor a quantidade de defeitos espermáticos e melhor a qualidade do ejaculado. Esse resultado concorda com BAILEY et al. (1996) e UNANIAN et al. (2000) que afirmaram que a variação para formas alongadas, comum principalmente em zebuínos, é uma característica extremamente vantajosa, ainda mais considerando que testículos menos esféricos apresentam maior superfície de contato com o meio ambiente, facilitando a termorregulação, além de possibilitar a distribuição mais uniforme dos vasos sanguíneos e tecido espermático, favorecendo os padrões seminais. A associação favorável de moderada magnitude com a quantidade de defeitos espermáticos e a herdabilidade também de moderada magnitude (Tabela 5), fazem da forma uma característica interessante a ser empregada como critério de seleção para qualidade do sêmen.

A AR é uma característica categórica na qual os animais são classificados em imaturos sexualmente (escore 0) e aptos à reprodução (escore 1). A correlação estimada entre AR e PE foi de 0,39, valor considerado de moderada magnitude que indica que ao selecionar animais para maior PE, obtém-se maior AR que corresponde ao escore 1, ou seja, animais aptos à reprodução. A correlação de AR com VTM (0,69) e PTM (0,69) foi positiva e de moderada a alta magnitude, demonstrando que quanto maior o volume e o peso testicular, maior a AR (escore 1), ou seja, animais aptos à reprodução. Com a FORM, a correlação obtida (-0,84) foi negativa e de alta magnitude, indicando que quanto mais esférico o testículo, menor a AR correspondendo ao escore 0, ou seja animais sexualmente imaturos. Com a quantidade de defeitos maiores (-0,83),

menores (-0,57) e totais (-0,77) as correlações foram negativas e podem ser consideradas de alta magnitude, indicando que ao selecionar para aptidão reprodutiva reduz-se a quantidade de defeitos espermáticos. A julgar pela magnitude das estimativas de correlação genética, a AR seria a característica de escolha para selecionar para qualidade seminal, porém a herdabilidade estimada para esta característica foi de baixa magnitude, o que torna o progresso genético pequeno. Outro inconveniente da utilização da AR é que para obtê-la é necessário a realização de avaliação andrológica, procedimento mais trabalhoso e oneroso, que talvez inviabilize sua utilização como critério de seleção.

4 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem que algumas características reprodutivas, tais como o PE, VTM, PTM e a FOM, por possuírem suficiente variabilidade genética podem ser utilizadas como critério de seleção. Além disso, indicam também que, dentre todas as características avaliadas, o VTM, o PTM e a FORM seriam as mais adequadas para uso como critério de seleção quando o objetivo é obter progresso genético para qualidade seminal de touros da raça Nelore, tendo em vista a facilidade de obtenção, a herdabilidade de moderada magnitude e suas associações com os aspectos quali-quantitativos do sêmen.

5 REFERÊNCIAS

- 1- BAILEY, T. L.; MONKE, D.; HUDSON, R. S.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; RIDDELL, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature holstein bulls. **Theriogenology**, Stoneham, v. 46, n. 3, p. 881-887, 1996.
- 2- BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A.; RIDDELL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicle and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. **Theriogenology**, Stoneham, v. 49, n. 10, p. 581-598, 1998.
- 3- BARBOSA, V. **Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça, utilizando a técnica de ultrassonografia e suas relações com peso e perímetro escrotal, em novilhos da raça Nelore.** 2003.

69p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) , Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

4- BERGMANN, J. A. G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1993, Belo Horizonte-MG, **Suplemento**. Belo Horizonte: CBRA, p. 70-86, 1993.

5- BERGMANN, J. A. G.; QUIRINO, C. R.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; FONSECA, C. G. Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares e características espermáticas em touros Nelore. **Archivos Latinoamericanos de Produção Animal**, v. 5, Supl. 1, p. 473-475, 1997.

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

7- BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; DODE, M. A. N.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Sexual development in early and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology**, Stoneham, v. 62, n. 07, p.1198-1217, 2004.

8- CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal /** Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. 2. Ed. – Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p. : il.

9- 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**, Belo Horizonte, v.58, n.5, p.388-393, 2006.

10- CYRILLO, J. N. S. G.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; BONILHA NETO, L. M.; MERCADANTE, M. E. Z.; TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 56-65, 2001.

11- DIAS, J. C. **Aspectos andrológicos, biometria testicular e parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Nelore, de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul.** 2004, 54p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte – MG.

12- 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, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.823-830, 2006.

13- DIAS, J. C.; ANDRADE, V. J.; MARTINS, J. A. 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**, Brasília, v.43, n.1; p.53-59, 2008.

14- FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; BORJAS, A.R.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2007.

15- FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits and young beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 48, n. 6, p. 1299-1304, 1979.

16- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. Fertilização e clivagem. In: HAFEZ, E.S.E; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7. ed. São Paulo: Manole, 2004, 513p.

17- HOESCHELE, I.; TIER, B.; GRASER, H.U. Multiple trait genetic evaluation for one polychotomous trait and several continuous traits with missing data and unequal models. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1609-1627, 1995.

18- KASTELIC, J.; COOK, R. B.; COULTER, G. H. Termoregulación scrotal/testicular en toros. In: TOPICS IN BULL FERTILITY, Ithaca, 2002. **International Veterinary Information Service**, 2002. Disponível em: <http://www.ivis.org/advances/Repro_Chenoweth/kastelic/chapter_frm.asp?LA=1> . Acesso em: 04 jan. 2009.

19- 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 Herefords bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.2, p.283-290, 2006.

20- MAGNABOSCO, C.U.; LÔBO, R.B. ; FAMULA, T.R. Bayesian Inference For Genetic Parameter Estimation On Growth Traits For Nelore Cattle In Brazil, Using The Gibbs Sampler. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Innsbruck, v. 117, p. 169-188, 2000.

21- ORTIZ PEÑA, C. D.; QUEIROZ, S. A.; FRIES, L. A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1; p.93-100, 2001.

22- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.

- 23- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37, n. 5, p. 703-708, 2002.
- 24- QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore**. Belo Horizonte, 1999. 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- 25- 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**, Stoneham, v.62, n.1-2, p.1-7, 2004.
- 26- REVERTER, A.; GOLDEN, B. L.; BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Method of variance components procedure: Application on the simple breeding value model. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 2247-2254, 1994.
- 27- SALVADOR, D. F.; DIAS, J. C.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; SILVA, A. S.; NOGUEIRA, E. Perfil andrológico de touros da raça Nelore com três e quatro anos de idade, criados extensivamente em condições do estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.26, n.2, p.64-67, 2002.
- 28- SANTOS, R. E.; VIU, M. A. O.; FERRAZ, H. T.; VIU, A. F. M.; GAMBARINI, M. L.; OLIVEIRA FILHO, B. D. Qualidade seminal de touros Nelore de até 24 meses. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEX, 2, 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica [CD-ROM]**, Goiânia: UFG, 2005. n.p.
- 29- SARREIRO, L. C.; QUIRINO, C. R.; PINEDA, N. R.; BERGMANN, J. A. G. Associações genéticas entre libido, perímetro escrotal e qualidade de sêmen de tourinhos da raça Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, Belo Horizonte: SBMA, p.449-451, 2000.
- 30- SARREIRO, L. C.; BERGMANN, J. A.; 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**, Belo Horizonte, v. 54, n.6, p.602-608, 2002.
- 31- SAS - User's Guide: statistics. 5.ed. Cary: SAS Institute, 2000. 1028p.
- 32- SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, A. R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do semen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.3, p. 1157-1165, 2002.

33- SILVA, J.A.V.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1568-1572, 2005.

34- SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; ALBUQUERQUE, L.G.; ELER, J.P.; BORGES, J.C.; GUIMARÃES, F.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: Embrapa Sudeste, p.1-4, 2008. [CD-ROM].

35- SILVEIRA, T. S. **Estádio de maturidade sexual e estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore**. 2004, 137p.Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa - Minas Gerais.

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

37- SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D.; KORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetics Selection Evolution**, Paris, v. 27, p. 229-249, 1995.

38- TOELLE, V. D.; ROBISON, O. W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.60, n. 1, p.89-100, 1985.

39- TSURUTA, S.; MIZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance components with threshold and linear models. In: PROC. 8th WORLD CONGR. GENET. APPL., 2006. **Proceedings...** Livestock Production, 2006, p. 253.

40- UNANIAN, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; McMANUS, C.; CARDOSO, E. P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.136-144, 2000.

41- 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**, São Paulo, v.39, p.113-120, 2002.

42- VAN KAAM, J.B.C.H.M. **Gibanal 2.9: Analyzing Program for Markov Chain Monte Carlo Sequences**. Dep. Anim. Sci., Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1998.

43- VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK, L.D. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models: flexible programs for Bayesian and likelihood-based (co)variance component inference. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p. 2586-2597, 1996.

44- VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D.; GREGORY, K. E. Bayesian Analysis of Twinning and Ovulation Rates Using a Multiple - Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.2048-2061, 1998.

45- 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**, Curitiba, v.11, n.3, p.53-57, 2006.

46- VIU, M.A.O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil**. Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

CAPÍTULO 5 – ASSOCIAÇÕES GENÉTICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS ANDROLÓGICAS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS COM A QUALIDADE DE CARÇAÇA, OBTIDAS “IN VIVO” POR ULTRASSONOGRRAFIA, EM TOUROS NELORE JOVENS

RESUMO

Objetivou-se com este estudo verificar a existência de associações genéticas entre características de carcaça, obtidas *in vivo* por ultrassonografia, e características andrológicas em touros Nelore jovens. O conjunto de dados foi obtido na Fazenda Capivara, do Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão – CNPAF onde se realizou avaliação andrológica e da carcaça de 223 machos Nelore com média de 21 meses de idade. Procedeu-se a avaliação andrológica agrupando-se as patologias espermáticas em defeitos maiores (DEFMAI); menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT). Com base nas informações obtidas, os touros foram classificados em: aptos e imaturos (aptidão reprodutiva – AR). Posteriormente, procedeu-se a avaliação da carcaça *in vivo* por meio de ultrassonografia, obtendo-se as medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8). Para estimação dos parâmetros genéticos utilizou-se a inferência bayesiana por meio do software THRGIBBS1F90. As estimativas de herdabilidade obtidas para DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT, AR, AOL, EG e P8 foram 0,33; 0,20; 0,21; 0,35; 0,32; 0,28 e 0,29, respectivamente. As estimativas de correlação genética de DEFTOT com AOL, EG e P8 foram -0,46; -0,28 e -0,19, respectivamente; já de AR com estas mesmas características foram -0,60; -0,03 e -0,12, respectivamente. Os resultados obtidos neste estudo demonstram haver resposta correlacionada favorável entre as características reprodutivas e de carcaça estudadas, possibilitando progresso genético simultâneo. Porém, indicam também haver grande influência ambiental sobre as mesmas.

Palavras-chave: correlação genética, qualidade seminal, zebuínos.

**GENETIC ASSOCIATIONS AMONG ANDROLOGY TRAITS AND TRAITS
RELATED WITH THE QUALITY OF CARCASS, OBTAINED *in vivo* BY
ULTRASOUND SCAN IN NELORE YOUNG BULLS**

ABSTRACT

It was aimed with this study to verify the existence of genetic associations among carcass traits, obtained *in vivo* by ultrasound scan, and andrology traits in Nelore young bulls. The group of data was obtained in Fazenda Capivara, of the National Research Center of in Rice and Bean - CNPAF where took place breeding soundness and carcass examinations of 223 Nelore males with average of 21 months of age. Proceeded the breeding soundness examination grouping the spermatics pathologies in major defects (DEFMAI); smaller (DEFMEN); and total (DEFTOT). With base in the obtained information, the bulls were classified in: capable and immature (reproductive aptitude - AIR). Later, proceeded the evaluation of the carcass through ultrasound scan, being obtained the measures rib eye area (AOL), fat thickness (EG) and rump fat thickness (P8). To estimate the genetic parameters the bayesian inference was used through the software THRGIBBS1F90. The heritability estimates obtained for DEFMAI, DEFMEN, DEFTOT, AIR, AOL, EG and P8 were 0.33; 0.20; 0.21; 0.35; 0.32; 0.28 and 0.29, respectively. The genetic correlation estimates of DEFTOT with AOL, EG and P8 were -0.46; -0.28 and -0.19, respectively; to AR with these same characteristics were -0.60; -0.03 and -0.12, respectively. The results of this study demonstrate that there is a favorable correlated response between reproductive and carcass traits studied, allowing simultaneous genetic progress. However, they also indicate major environmental influence on them.

Key words: genetic correlation, seminal quality, zebu cattle

1 INTRODUÇÃO

A pecuária e a agricultura são segmentos de grande importância para o sustento e desenvolvimento da economia nacional. Embora existam deficiências nos segmentos da cadeia produtiva da carne bovina, demonstrada pelos baixos índices zootécnicos médios da pecuária nacional, sua importância para o agronegócio brasileiro é incontestável (EUCLIDES FILHO, 2000).

Acontecimentos como a maior intensidade da seca na Austrália e problemas sanitários nos EUA e Europa permitiram a abertura de novos mercados para o Brasil, que fechou o ano de 2003 como maior exportador de carne bovina do mundo, posição que ocupa até os dias atuais. No entanto, para que o país possa se manter nesta posição, deverá melhorar tanto a produtividade do rebanho quanto a qualidade de seu produto, de forma a atender às exigências dos mercados consumidores (BARBOSA, 2003).

Sabe-se que a reprodução é um dos fatores que mais afetam a produtividade do rebanho. Nesse contexto, os aspectos reprodutivos dos machos, entre eles a qualidade seminal, têm ainda mais importância, visto que cada reprodutor transfere 50% do seu material genético a um número muito grande de matrizes (QUIRINO, 1999). A melhor maneira de conhecer a qualidade seminal é por meio da realização de avaliação andrológica completa, que apesar de tão importante, constitui prática pouco utilizada pelos pecuaristas (VIU, 2009).

Com a tendência de diminuição do ciclo de produção e a maior demanda por carne de melhor qualidade, há necessidade de alterar a forma da curva de crescimento, para que se obtenha um animal com peso e acabamento adequados para o abate em uma idade cada vez menor. A curva de crescimento poderia ser alterada pela seleção para algumas características (FIGUEIREDO, 2001).

Ao se tratar de melhoria de qualidade da carne, tem-se hoje em mãos uma ferramenta muito útil: a ultrassonografia de carcaça. Essa tecnologia permite estimar, com precisão, em animais vivos, a composição da carcaça e, conseqüentemente, possibilita a estimação do mérito genético para qualidade de carcaça, permitindo a seleção e obtenção de produtos comercialmente mais desejáveis (TAROUÇO, 2004).

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de selecionar animais para precocidade sexual e também para qualidade de carcaça. Nesse sentido, torna-se de extrema importância para o delineamento de programas de seleção o conhecimento dos parâmetros genéticos das características a serem incorporadas, o que permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção.

O objetivo do trabalho foi verificar a existência de associações genéticas entre características de carcaça, obtidas *in vivo* por ultrassonografia, e características andrológicas obtidas por meio de avaliações andrológicas em touros Nelore jovens.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, foram utilizadas 223 avaliações andrológicas e de carcaça de touros jovens da raça Nelore, criados em sistemas de produção a pasto, na região Centro-Oeste do Brasil. Os animais eram provenientes da fazenda Capivara de propriedade da Embrapa Arroz e Feijão (Goiânia, GO). Foram estudadas as características: defeitos espermáticos maiores (DEFMAI); defeitos espermáticos menores (DEFMEN); defeitos totais (DEFTOT); aptidão reprodutiva (AR); área de olho de lombo (AOL); espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8).

Os touros foram submetidos a exame clínico geral e do sistema reprodutor de acordo com as recomendações do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998), incluindo a mensuração do PE com o uso de fita métrica no maior diâmetro da bolsa testicular. As medidas de comprimento e largura dos testículos foram obtidas com o uso do paquímetro digital Starret® cat. nº 727-6/150.

O sêmen foi colhido pela técnica de eletroejaculação e uma alíquota foi avaliada imediatamente para motilidade individual progressiva (0 a 100%), vigor (0 a 5) e turbilhonamento (0 a 5), todos em microscopia óptica com aumento de 1000 vezes. Quando a avaliação de um ejaculado de aspecto branco cremoso, que era considerado como representativo de concentração espermática dentro dos padrões de normalidade (CBRA, 1998), apresentava motilidade abaixo de

50%, esse touro era submetido imediatamente a nova colheita, sendo a morfologia espermática realizada com o segundo ou até mesmo o terceiro ejaculado. Em seguida, para aqueles que apresentaram motilidade espermática superior a 50%, foi realizada a avaliação da morfologia espermática, usando microscopia de contraste de fase em aumento de 1.000 vezes, agrupando-se as patologias espermáticas em defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN) e totais (DEFTOT), segundo preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

Com base nas informações obtidas, se determinou as categorias para a característica aptidão reprodutiva, sendo: 0) sexualmente imaturos (motilidade < 50%, vigor < 3 ou defeitos > 30%, desde que fosse detectada alta contagem de gotas citoplasmáticas proximais); e 1) aptos à reprodução (motilidade \geq 50%; vigor \geq 3; e defeitos < 30%).

A AOL foi avaliada a partir do perímetro do músculo *Longissimus dorsi* obtido da imagem digitalizada, com o transdutor posicionado transversalmente ao animal no espaço entre a 12^a e a 13^a costelas; a EG foi obtida com o transdutor posicionado paralelamente à espinha dorsal do animal, entre a 12^a e 13^a costelas; e a P8 foi obtida com o transdutor posicionado na junção dos músculos *Biceps femoris* e *Gluteus medium*, entre o ísquio e o íleo, conforme descrito por DIBIASI (2006).

Para as leituras ultrassonográficas, os animais foram contidos em brete na tentativa de obter melhor qualidade das imagens. Todas as medidas de ultrassonografia foram feitas por um mesmo técnico credenciado da Aval Serviços Tecnológicos S.A. O aparelho utilizado foi o Aloka 500V, com um transdutor linear de 3,5 MHz com 17,2cm. Antes da obtenção das imagens, foi realizada limpeza dos locais mencionados acima com o intuito de retirar sujidades e debris que pudessem prejudicar o contato do transdutor com o corpo do animal. Em seguida, óleo vegetal foi aspergido sobre o local também com o intuito de melhorar o contato da probe com o corpo do animal contribuindo para obtenção de imagens de qualidade, o que por sua vez reduz a margem de erro.

As imagens foram digitalizadas e armazenadas por meio de um sistema de captura de imagem (*Blackbox, Biotronics, Ames, IA, EUA*). A digitalização foi feita por meio do programa Image-J. As coletas no campo e a

interpretação das imagens foram efetuadas por técnico experiente e membros da equipe da Aval Serviços Tecnológicos S.A.

A estruturação dos arquivos de dados foi realizada com a utilização do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000). Utilizaram-se dados andrológicos de primeira avaliação e de carcaça de touros jovens de 17 a 24 meses de idade.

A definição dos grupos de contemporâneos foi dada por: ano e estação de nascimento (verão, outono, inverno e primavera). Foram eliminados os animais que não apresentaram informações genealógicas confiáveis, touros com menos de cinco filhos e grupos contemporâneos sem variabilidade e/ou que continham menos de oito animais para todas as características avaliadas.

Na estimação dos parâmetros genéticos, utilizou-se a inferência bayesiana por meio do software THRGIBBS1F90 (TSURUTA & MIZTAL, 2006), sob modelo animal. Para as características estudadas considerou-se como efeitos fixos o grupo de contemporâneos e o ano de coleta, além da idade do animal no momento da coleta como covariável. O modelo completo pode ser representado em notação matricial como:

$$y = X\beta + Z_1a + e$$

Em que y é o vetor das observações (características andrológicas e de carcaça), β é o vetor dos efeitos fixos (data da coleta e grupo contemporâneo além da covariável idade do animal no momento da coleta), a é o vetor dos efeitos aleatórios que representam os valores genéticos aditivos direto de cada animal e o vetor de efeitos aleatórios residuais, e X , Z_1 são as matrizes de incidência que relacionam as observações aos efeitos fixos, aos efeitos aleatórios genéticos aditivos direto e aos efeitos aleatórios residuais, respectivamente. O arquivo de genealogia incluiu 1.434 animais da raça Nelore.

As características foram analisadas de forma univariada com intuito de obter as estimativas de componentes de (co)variância e, posteriormente, de forma bivariada, obtendo-se, assim as variâncias e covariâncias, as correlações genéticas aditivas e residuais e as herdabilidades das características em estudo.

No modelo de limiar assume-se que a escala subjacente apresenta distribuição normal contínua sendo representada como:

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

Em que U é o vetor da escala base de ordem r ; $\theta' = (\beta', a')$ é o vetor dos parâmetros de locação de ordem s com β (definido sob o ponto de vista frequentista, como efeitos fixos) e ordem s com a (efeitos aleatórios genético aditivo direto); W é a matriz de incidência conhecida de ordem r por s ; I é a matriz de identidade de ordem r por r , e σ_e^2 é a variância residual.

Para as análises bivariadas envolvendo categóricas e contínuas, de acordo com o enfoque bayesiano, admitiu-se que as distribuições iniciais dos efeitos aleatórios genéticos e residuais, seguem distribuição normal multivariada conforme representado a seguir:

$$p\left(\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} \middle| G\right) \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, G = G_0 \otimes A\right) \quad p\left(\begin{matrix} e_1 \\ e_2 \end{matrix} \middle| R\right) \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, R = R_0 \otimes I\right)$$

Em que:

$$G_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a1}^2 & \sigma_{a1a2} \\ \sigma_{a1a2} & \sigma_{a2}^2 \end{bmatrix} \text{ e } R_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{e1}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{e2}^2 \end{bmatrix}$$

Sendo que G_0 é a matriz de variâncias e covariâncias genéticas, R_0 é a matriz de variâncias residuais, \otimes é o operador do produto direto, A é a matriz de parentesco e I é a matriz identidade. Assumiu-se distribuições iniciais das (co)variâncias como uma *Wishart* Invertida para os efeitos aleatórios genéticos, não correlacionados e residuais das características estudadas, inclusive a covariância entre elas. Foram definidas distribuições iniciais uniformes tanto para os efeitos fixos como para os limiares.

Na implementação da Amostragem de Gibbs, foi utilizado um tamanho de cadeia inicial de 1.000.000 de ciclos, sendo que os primeiros 300.000 ciclos foram descartados e as amostras retiradas a cada 1.000 ciclos, totalizando 700 amostras iniciais. As análises das amostras, da correlação serial e da

convergência da cadeia de Gibbs foram realizadas com o auxílio do programa GIBANAL (VAN KAAM, 1998).

O parâmetro ν é o grau de liberdade correspondente à distribuição *Wishart* Invertida indicando o grau de confiabilidade da distribuição inicial. Neste estudo, o parâmetro ν utilizado foi de valor zero, ou seja, não refletia nenhum grau de conhecimento sobre os parâmetros.

O erro de Monte Carlo, de grande utilidade para garantir a convergência das cadeias de Monte Carlo, foi estimado calculando a raiz da variância das amostras retiradas para cada componente de (co)variância e dividindo esta variância pelo número de amostras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 disponibilizou-se alguns parâmetros descritivos das características estudadas relacionadas à biometria, à qualidade seminal e à qualidade da carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia.

TABELA 1 - Número de observações (n), valor mínimo (Min), valor máximo (Máx), médias (\bar{X}), variância fenotípica (σ_p^2) e desvio-padrão fenotípico (σ_p) das medidas relacionadas à qualidade seminal e à qualidade da carcaça medidas *in vivo* por ultrassonografia em 223 animais da raça Nelore

VARIÁVEIS	Min	Máx	\bar{X}	σ_p^2	σ_p
Idade (meses)	19,00	24,40	21,32	2,35	1,53
DEFMAI (%)	0,00	71,00	13,43	95,30	9,76
DEFMEN (%)	0,00	55,00	5,18	32,42	5,69
DEFTOT (%)	0,00	74,00	18,59	144,51	12,02
AOL (cm ²)	48,48	82,73	64,67	46,65	6,83
EG (mm)	0,08	4,32	2,02	1,04	1,02
P8 (mm)	0,11	5,08	2,25	1,26	1,12

Defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG), espessura de gordura subcutânea na garupa (P8).

A proporção de defeitos espermáticos maiores, menores e totais, os valores obtidos neste estudo (13,43%, 5,18% e 18,59%, respectivamente) foram próximos aos descritos por outros autores que também trabalharam com animais da raça Nelore, como SILVEIRA (2004), que obteve 15,86%; 6,33% e 22,19% para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente; VIU et al. (2006), que obtiveram 5,93%; 4,26% e 10,19% e VIU (2009), que observou 12,6%, 6,4% e 19,0% para estas mesmas características, respectivamente.

Com relação às características relacionadas à qualidade da carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia (AOL, EG e P8), os valores obtidos foram 64,67 cm², 2,02 mm e 2,25 mm, respectivamente. Ao consultar a literatura especializada percebe-se que, mesmo ao considerar trabalhos realizados com animais de uma mesma raça, estes valores oscilam bastante de um estudo para outro. Acredita-se que o principal motivo seja os mais diversos tipos de manejo e alimentação a que os animais são submetidos. Outros fatores possuem importância menor, mas que não deve ser desconsiderada, tais como o tipo do equipamento utilizado e a experiência do técnico responsável pela coleta e processamento das informações.

SILVA et al. (2003), trabalhando com animais da raça Nelore terminados em confinamento, obtiveram 65 cm², 3,4 mm e 3,7 mm para AOL, EG e P8, respectivamente. SILVA et al. (2004), estudando animais da raça Nelore confinados, observaram 65 cm², 3,4 mm e 3,7 mm para AOL, EG e P8, respectivamente. POLIZEL NETO et al. (2009), relataram 64,42 cm² e 5,13 mm para AOL e EG, respectivamente, trabalhando com animais terminados a pasto; YOKOO et al. (2009) descreveram 48,38 cm², 1,93 mm e 3,05 mm para AOL, EG e P8, respectivamente, trabalhando com 2.500 animais submetidos a vários tipos de manejos e alimentação.

Ainda na Tabela 1, ao analisar os valores mínimo, máximo e também a variância fenotípica, pode ser observado que todas as características estudadas

tiveram boa variabilidade, refletindo que o sistema de restrição imposto ao banco de dados foi eficiente.

As estimativas dos componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos para as características DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT, aptidão reprodutiva (AR), AOL, EG e P8, além do Erro Padrão de Monte Carlo (EPMC) de bovinos da raça Nelore, são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 - Médias posteriores das estimativas dos parâmetros genéticos para as características defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8) além do erro padrão de monte carlo (EPMC) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas univariadas sob modelo animal

VARIÁVEIS	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p	h^2	RC (95%)	EPMC
DEFMAI	34,10	67,09	101,20	0,33	0,01 a 0,89	0,0075
DEFMEN	6,87	26,92	33,79	0,20	0,00 a 0,68	0,0069
DEFTOT	32,11	120,26	152,37	0,21	0,00 a 0,70	0,0071
AR	0,07	0,13	0,20	0,35	0,01 a 0,88	0,0079
AOL	15,86	33,14	49,00	0,32	0,02 a 0,80	0,0080
EG	0,32	0,79	1,10	0,28	0,01 a 0,79	0,0081
P8	0,40	0,94	1,34	0,29	0,01 a 0,81	0,0082

σ^2_a = variância genética aditiva; σ^2_e = variância residual; σ^2_p = variância fenotípica; h^2 = herdabilidade; RC (95%) = região de credibilidade a 95%.

Na tabela acima, encontra-se o desvio padrão do erro de Monte Carlo, que de acordo com SORENSEN et al. (1995), representa o erro da estimação do parâmetro devido ao número de amostras usadas na cadeia de Gibbs. VAN TASSEL & VAN VLECK (1996) afirmaram que o erro de Monte Carlo é inversamente proporcional ao tamanho da cadeia de Gibbs, e conhecer este fator é muito importante para avaliar se a implementação da Amostragem de Gibbs foi adequada para gerar as médias posteriores das distribuições marginais dos componentes de (co)variâncias. Neste estudo pode ser observado que o erro de

Monte Carlo foi muito pequeno para todas as estimativas de herdabilidade, indicando que o tamanho da cadeia de Gibbs foi suficiente para obter estimativas precisas das médias posteriores. O erro de Monte Carlo é considerado pequeno quando seu valor, somado à estimativa média da distribuição posterior dos coeficientes de herdabilidade, não altera o valor desta estimativa, considerando até a segunda casa decimal da herdabilidade (FARIA et al., 2007). Assim, podemos inferir, que a metodologia utilizada foi eficiente para obter estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas lineares.

Para os defeitos espermáticos, agrupados em defeitos maiores, menores e totais, os valores de herdabilidade obtidos foram 0,33; 0,20 e 0,21, respectivamente, conforme pode ser observado na Tabela 2, sendo considerados de baixa a moderada magnitude.

Valores semelhantes foram descritos por SARREIRO et al. (2000) e SARREIRO et al. (2002) trabalhando com animais da raça Nelore, que descreveram herdabilidade para taxa de espermatozoides anormais de 0,19 e 0,07, respectivamente. Da mesma forma, KEALEY et al. (2006) relataram herdabilidade de 0,35 para taxa de espermatozoides normais trabalhando com touros Hereford. SILVEIRA (2004) obteve estimativas de herdabilidade para defeitos espermáticos maiores (0,20), menores (0,03) e totais (0,19). SMITH et al. (1989) trabalharam com touros Hereford, Angus e Red Angus e obtiveram estimativas de herdabilidade para defeitos primários (0,31) e defeitos secundários (0,02).

Contudo, valores inferiores foram descritos por DIAS et al. (2006), que também trabalharam com animais Nelore e obtiveram os seguintes valores de herdabilidade para defeitos maiores, menores e totais, respectivamente, 0,16; 0,09 e 0,11. O mesmo ocorreu com VIU (2009), que estudou a qualidade seminal de 1265 touros da raça Nelore e obteve as seguintes estimativas de herdabilidade para estes mesmo defeitos, respectivamente, 0,10; 0,03 e 0,12.

No entanto, valores superiores foram descritos por QUIRINO (2004), que estudando animais Nelore, obtiveram valores de herdabilidade para defeitos maiores (0,59), menores (0,21) e totais (0,58).

Estudos com inferência bayesiana e utilizando o software THRGIBBS1F90 envolvendo essas características não foram encontrados na

literatura consultada, impossibilitando comparações de resultados obtidos pela mesma metodologia.

De maneira geral, as características de patologia espermática possuem baixa variância genética aditiva e as herdabilidades são consideradas de baixa a moderada magnitude, porém favoráveis. Sendo assim, o ganho genético por seleção seria lento, porém permanente e benéfico do ponto de vista econômico.

Quanto à AR, raros são os trabalhos encontrados na literatura especializada que se propõem a estimar os parâmetros genéticos. No presente estudo, a estimativa de herdabilidade para esta característica foi 0,35, valor próximo ao descrito por SILVEIRA (2004), que obteve 0,22 em análise univariada e 0,45 em análise conjunta com o PE, utilizando o método \Re (REVERTER et al., 1994). A escassez de trabalhos a cerca da AR bem como a diversidade de resultados existente entre os mesmos, indicam a necessidade de mais estudos.

As estimativas de herdabilidade obtidas para as características relacionadas à qualidade da carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia, foram 0,32; 0,28 e 0,29 para AOL, EG e P8, respectivamente. Esses valores podem ser considerados de moderada magnitude e indicam que pode haver progresso genético ao aplicar a seleção para tais características.

Estimativas semelhantes, obtidas com animais da raça Nelore, foram descritas por FIGUEIREDO (2001) que relatou as seguintes estimativas de herdabilidade para AOL (0,41) e EG (0,19); e também por LIMA NETO et al. (2009), que estimaram as herdabilidade para AOL (0,34), EG (0,10) e P8 (0,32).

No entanto, valores superiores foram relatados SAINZ et al. (2003), que obtiveram estimativas de herdabilidade para AOL (0,29), para EG (0,44) e para P8 (0,62). Também BARBOSA (2003), utilizando a metodologia da inferência bayesiana, relataram que as estimativas dos coeficientes de herdabilidade para AOL, EG e P8 foram 0,64; 0,41 e 0,65, respectivamente, sendo, portanto, maiores que as obtidas no presente estudo. Da mesma forma, YOKOO et al. (2009) também relataram valores um pouco superiores aos deste trabalho, descrevendo para AOL, EG e P8 as seguintes herdabilidades; 0,37; 0,55 e 0,43, respectivamente. Todos esses autores trabalharam com animais da raça Nelore.

Ao verificar todos estes resultados, percebe-se que existe uma considerável variação de resultados, tendo sido encontrados valores próximos,

menores e maiores aos constatados nessa ocasião. Acredita-se que isso ocorra devido a vários fatores, dentre eles os principais seriam: estudos produzidos com animais submetidos a diferentes sistemas de produção, animais em diferentes faixas etárias, existência de rebanhos com distinto potencial para acabamento de carcaça, diferenças entre equipamentos utilizados para obtenção das imagens, diversificado nível de experiência dos técnicos que capturam e processam as imagens e utilização de diferentes metodologias para tratamento das informações e obtenção dos parâmetros genéticos.

Apesar de tudo isso, os resultados indicam que é uma mensuração suficiente para a adequada avaliação das características e que a seleção direta para as mesmas pode resultar em carcaças mais musculosas e de melhor acabamento. Segundo TAROUCO (2004), o principal objetivo da ultrassonografia de carcaça é obter de uma forma rápida e barata, informações da carcaça que permitam a avaliação da composição corporal de animais vivos, e desta maneira subsidiar a seleção visando animais com carcaças uniformes e específicas para determinados mercados.

As correlações genéticas e as covariâncias genéticas e residuais entre as características estudadas estão sumarizadas na Tabela 3.

TABELA 3 - Correlações genéticas aditivas (r_g) e erro padrão de monte Carlo (EPMC) entre defeitos maiores (DEFMAI), menores (DEFMEN), totais (DEFTOT), aptidão reprodutiva (AR), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8) de touros da raça Nelore, obtidas a partir de análises bayesianas bivariadas sob modelo animal

VARIÁVEIS	AOL		EG		P8	
	r_g	EPMC	r_g	EPMC	r_g	EPMC
DEFMAI	-0.18	0,0089	-0.09	0,0082	-0.06	0,0084
DEFMEN	-0.65	0,0063	-0.57	0,0081	-0.38	0,0079
DEFTOT	-0.46	0,0082	-0.28	0,0041	-0.19	0,0073
AR	0.60	0,0085	0.03	0,0082	0.12	0,0083

Nota-se que as estimativas de correlação genética entre as características relacionadas à qualidade da carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia (AOL, EG e P8), e as relacionadas à qualidade seminal de touros (DEFMAI, DEFMEN e DEFTOT) foram todas negativas, podendo ser consideradas de moderada magnitude. Essa informação é de grande valia, pois indica que é possível, ao selecionar animais para qualidade de carcaça, obter melhoria também na função reprodutiva, expressa pela melhor qualidade do ejaculado.

Esse comportamento entre as características EG e P8 com a porcentagem de defeitos espermáticos já era esperado, pois de acordo com LENINGER (1995), o colesterol, um tipo de lipídio, é precursor da testosterona, andrógeno que estimula o crescimento testicular e a produção de espermatozoides, justificando a melhoria da qualidade do ejaculado quando há aumento da EG e da P8.

As estimativas de correlação mais expressivas foram obtidas entre AOL e as características reprodutivas, ficando claro que quanto maior a AOL, menor a quantidade de defeitos espermáticos e melhor a AR, ou seja, animais aptos à reprodução.

Com relação à AR, esta apresentou correlação genética positiva com todas as características relacionadas à qualidade da carcaça, medidas *in vivo* por ultrassonografia, sendo esta de moderada a alta magnitude com a AOL (0,60) e de baixa magnitude com EG (0,03) e P8 (0,12). Essa informação auxilia muito os melhoristas, pois significa que ao selecionar para AOL obtém-se, como resposta correlacionada, melhoria da AR. Já ao selecionar para EG e P8 essa resposta correlacionada é irrisória mas favorável, não prejudicando a fertilidade. Infelizmente não foi possível contrastar esses resultados com outros, visto que na literatura consultada não foram encontrados trabalhos que seguiram essa mesma linha de raciocínio. Esse fato, inclusive, demonstra a importância das informações prestadas como também a necessidade de estudos mais aprofundados sobre tema.

Na verdade, foi possível perceber que tanto as características andrológicas quanto as de carcaça avaliadas, possuem grande influência ambiental, demonstrada pelas baixas estimativas de herdabilidade. Isso quer

dizer que quando há boas condições ambientais, principalmente oferta de forragem, os animais apresentarão maiores medidas de carcaça e também menor quantidade de defeitos espermáticos.

Na Figura 1 observa-se que algumas distribuições não foram semelhantes a uma normal e sim a *Wishart* invertida de acordo com as pressuposições bayesianas (VAN TASSEL et al., 1998).

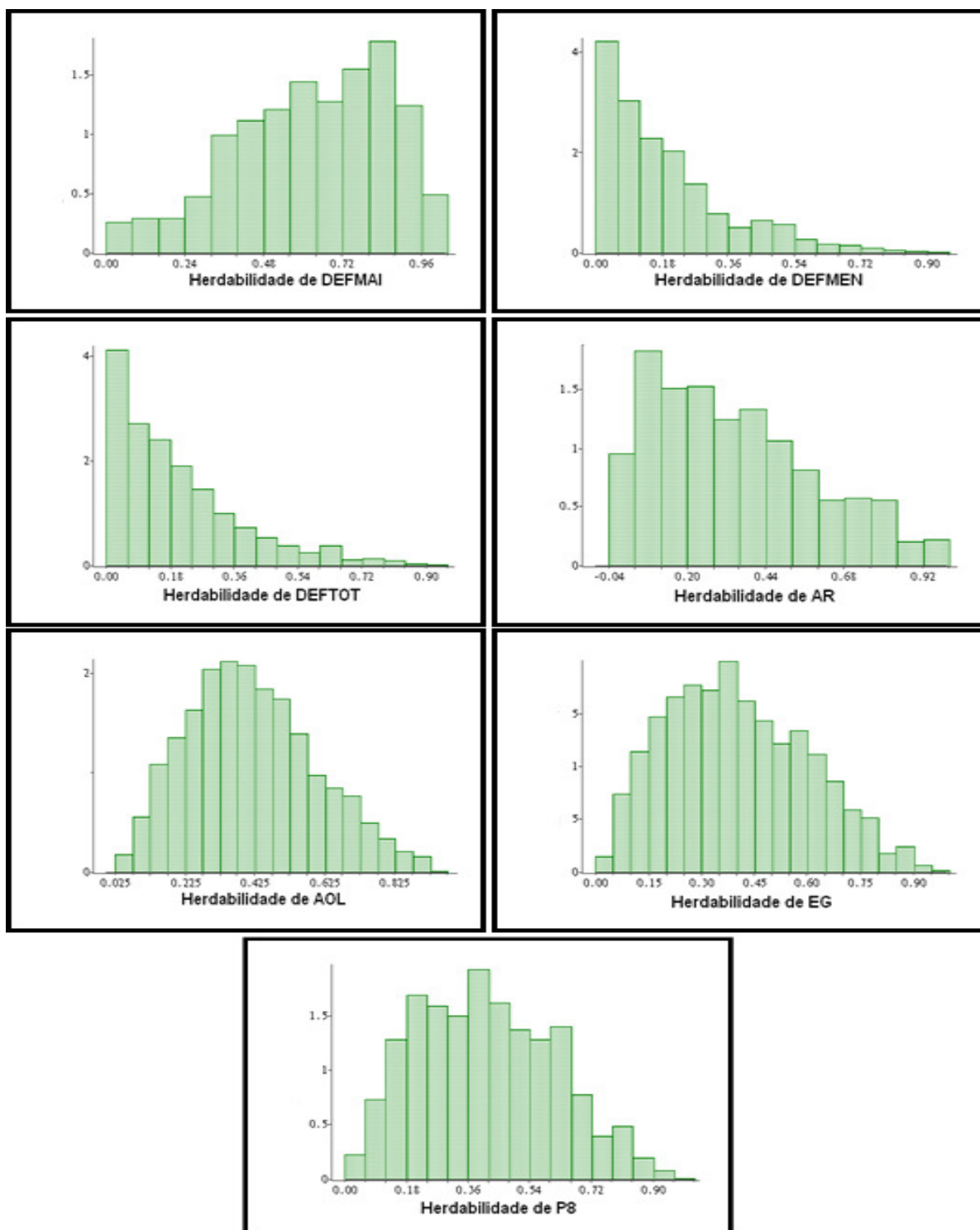


FIGURA 1 - Histogramas das estimativas de densidades posteriores de parâmetros genéticos (herdabilidade) para defeitos maiores (DEFMAI), defeitos menores (DEFMEN), defeitos totais (DEFTOT), aptidão reprodutiva (AR), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EG) e espessura de gordura subcutânea na garupa (P8) obtidos a partir de análises univariadas sob modelo animal

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo demonstram haver resposta correlacionada favorável entre as características reprodutivas e de carcaça estudadas possibilitando progresso genético simultâneo para as mesmas. Porém, indicam também haver grande influência ambiental sobre as mesmas.

5 REFERÊNCIAS

- 1- ANUALPEC, 2007. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP, 2007. 410p.
- 2- BARBOSA, V. **Inferência bayesiana no estudo genético quantitativo de características de carcaça, utilizando a técnica de ultrassonografia e suas relações com peso e perímetro escrotal, em novilhos da raça Nelore**. 2003. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 3- CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal / Colégio Brasileiro de Reprodução Animal**. 2. Ed. – Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p. : il.
- 4- 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**, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.823-830, 2006.
- 5- DIAS, J. C.; ANDRADE, V. J.; MARTINS, J. A. 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**, Brasília, v.43, n.1; p.53-59, 2008.

6- EUCLIDES FILHO, K. Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado. Campo Grande: **EMBRAPA-CNPGC**, 2000. 66p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 85).

7- FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; BORJAS, A.R.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça nelore: revisão bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2007.

8- FIGUEIREDO, L.G.G. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por ultrassonografia em bovinos da raça Nelore**. 2001. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Pirassununga.

9- GIANOLA, D.; RODRIGUEZ, S.; SHOOK, G.E. **The Gibbs Sampler in the animal model: a primer**. Séminaire Modele Animal. INRA Departament de Genetique Animale. Ed. J.L.Fouilly y Molenat, p. 47-56, 1994.

10- 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 Herefords bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.2, p.283-290, 2006.

11- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier; 1995.

12- LIMA NETO, H.R.; BERGMANN, T.M.; GONÇASVES, T.M.; ARAÚJO, F.R.C.; BEZERRA, L.A.F.; SAINZ, R.D.; LÔBO, R.B.; SILVA, M.A. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzará. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.1, p.251-258, 2009.

13- POLIZEL NETO, A.; JORGE, A.M.; MOREIRA, P.S.; GOMES, H.F.B.; PINHEIRO, R.S.B.; ANDRADE, E.N. Correlações entre medidas ultra-sônicas e na carcaça de bovinos terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.137-145, 2009.

14- QUIRINO, C. R. **Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido em touros Nelore**. Belo Horizonte, 1999, 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais.

15- 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**, Stoneham, v.62, n.1-2, p.1-7, 2004.

- 16- REVERTER, A.; GOLDEN, B. L.; BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Method of variance components procedure: Application on the simple breeding value model. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 72, p. 2247–2254, 1994.
- 17- SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; RAMOS, J.R.H.; MAGNABOSCO, C.U.; BEZERA, L.A.F.; LOBO, R.B. **Melhoramento genético da carcaça em gado zebuino**. Seminário Nacional de Criadores e Pesquisadores, 12, Ribeirão Preto – SP, p.1-12, 2003.
- 18- SARREIRO, L. C.; QUIRINO, C. R.; PINEDA, N. R.; BERGMANN, J. A. G. Associações genéticas entre libido, perímetro escrotal e qualidade de sêmen de tourinhos da raça Nelore. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, Belo Horizonte: SBMA, p.449-451, 2000.
- 19- SARREIRO, L. C.; BERGMANN, J. A.; 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**, Belo Horizonte, v. 54, n.6, p.602-608, 2002.
- 20- SAS - **User's Guide: statistics**. 5.ed. Cary: SAS Institute, 2000. 1028p.
- 21- SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; MARTELLO, L.S.; LIMA, C.G.; LANNA, D.P.D. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultrassonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1227-1235, 2003.
- 22- SILVA, S.L.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M.; MARTELLO, L.S.; LIMA, C.G.; LANNA, D.P.D. Estimativa da gordura de cobertura ao abate, por ultrassom, em tourinhos Brangus e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.511-517, 2004.
- 23- SILVEIRA, T. S. **Estádio de maturidade sexual e estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos de características reprodutivas e ponderais, em touros da raça Nelore**. 137p., 2004, Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa - Minas Gerais.
- 24- SMITH, B.A.; BRINKS, J.S.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p.2892-2896, 1989.
- 25- SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D.; KORSGAARD, I. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetics Selection Evolution**, Paris, v. 27, p. 229-249, 1995.

- 26- TAROUÇO, J. **A história do ultra-som no Brasil**. In: 1º Workshop de ultrassonografia para avaliação de carcaça bovina. Pirassununga – SP. 2004.
- 27- TSURUTA, S.; MIZTAL, I. THRGIBBS1F90 for estimation of variance components with threshold and linear models. In: PROC. 8th WORLD CONGR. GENET. APPL., 2006. **Proceedings...** Livestock Production, p. 253, 2006.
- 28- VAN KAAM, J.B.C.H.M. **Gibanal 2.9: Analyzing Program for Markov Chain Monte Carlo Sequences**. Dep. Anim. Sci., Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1998.
- 29- VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK, L.D. Multiple-trait Gibbs sampler for animal models: flexible programs for Bayesian and likelihood-based (co)variance component inference. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p. 2586-2597, 1996.
- 30- VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D.; GREGORY, K. E. Bayesian Analysis of Twinning and Ovulation Rates Using a Multiple - Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.2048-2061, 1998.
- 31- 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**, Curitiba, v.11, n.3, p.53-57, 2006.
- 32- VIU, M.A.O. **Estudo Genético quantitativo e ambiental do potencial reprodutivo de touros Nelore criados no Centro-Oeste do Brasil**. Goiânia, 2009, 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.
- 33- YOKOO, M.J.I.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D.; LOBO, R.B.; ARAUJO, F.R.C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.197-202, 2009.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos estudos têm demonstrado a importância dos aspectos reprodutivos dos rebanhos para os mais diversos tipos de sistemas de produção, tendo em vista o grande impacto econômico produzido pelos mesmos. Apesar disso, percebe-se que os programas de melhoramento genético ainda dão muito mais importância às características de crescimento. Esse problema é ainda mais grave ao se tratar de características reprodutivas de machos, pois constata-se que o único atributo incluído nos referidos programas é o perímetro escrotal.

Vários trabalhos têm demonstrado a associação do PE com a precocidade sexual, tanto de machos quanto de fêmeas, porém os dados deste estudo indicam que o mesmo não ocorre quando se trata de qualidade seminal, havendo uma associação pequena entre o PE e os aspectos qualiquantitativos do sêmen.

Nesse sentido, se faz necessário buscar outros indicadores de qualidade seminal que possam ser utilizados como critério de seleção. De acordo com os resultados do presente trabalho, o volume ou o peso testicular seriam boas opções, tendo em vista sua facilidade de obtenção, herdabilidade de moderada magnitude e correlação favorável com características relacionadas com a qualidade seminal.

Além disso, atualmente é uma tendência a busca de animais com melhor qualidade de carcaça tendo em vista as exigências dos mercados consumidores. As características de carcaça obtidas por ultrassonografia estudadas neste trabalho indicaram ser adequadas para seleção, pois possuem herdabilidade de moderada magnitude além de serem favoravelmente correlacionadas com a fertilidade de machos da raça Nelore, permitindo progresso genético simultâneo para qualidade de carcaça e qualidade seminal.