

Estudo Genético Quantitativo de Características de Carcaça Medidas por Ultrassom e Perímetro Escrotal Utilizando Inferência Bayesiana em Novilhos Nelore



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 247

Estudo Genético Quantitativo de Características de Carcaça Medidas por Ultrassom e Perímetro Escrotal Utilizando Inferência Bayesiana em Novilhos Nelore

*Cláudio de Uihôa Magnabosco
Vanessa Barbosa
Carina de Ubirajara Faria
Dyomar Toledo Lopes
Marco Antônio de Oliveira Viu
Mariana Márcia Santos Mamede
Raysildo Barbosa Lôbo*

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Eljani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares Araújo*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto(s) da capa: *Cláudio de Ulhôa Magnabosco*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2009): tiragem 100 exemplares

Edição online (2009)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Cerrados**

-
- E82 Estudo genético quantitativo de características de carcaça medidas por ultrassom e perímetro escrotal utilizando inferência bayesiana em novilhos nelore / Cláudio de Ulhôa Magnabosco... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009.
23 p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 247).

1. Carne – Qualidade. 2. Melhoramento genético – Bovino.
I. Magnabosco, Cláudio de Ulhôa. II. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	13
Conclusões.....	20
Referências	21

Estudo Genético Quantitativo de Características de Carcaça Medidas por Ultrassom e Perímetro Escrotal Utilizando Inferência Bayesiana em Novilhos Nelore

Cláudio de Ulhôa Magnabosco¹; Vanessa Barbosa²; Carina de Ubirajara Faria³; Dyomar Toledo Lopes⁴; Marco Antônio de Oliveira Viu⁵; Mariana Márcia Santos Mamede⁶; Raysildo Barbosa Lôbo⁷

Resumo

O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para características de carcaça (área de olho de lombo – AOL, espessura de gordura medida entre 12^o e 13^o costela – EG e espessura de gordura medida na garupa – P8) e perímetro escrotal (PE) em animais da raça Nelore. O arquivo de dados foi constituído de 1.697 machos, nascidos entre 2000 e 2003, filhos de 74 touros, com idades variando entre 15 e 19 meses. Foi registrado, no mesmo momento, o perímetro escrotal. Os componentes de (co)variância foram estimados pela Amostragem de Gibbs (GS), utilizando-se o programa MTGSAM. As estimativas da herdabilidade foram altas: AOL (0,64), EG (0,41), P8 (0,65) e PE (0,61), para análises unicarateres, sendo encontrados valores similares nas análises bicarateres. As correlações genéticas estimadas entre PE e espessura de gordura (EG e P8) foram baixas, 0,06 com EG e 0,09 com P8, porém positivas, no entanto, entre PE e AOL a correlação genética foi moderada (0,25). Conclui-se que todas as características apresentam variabilidade genética suficiente para serem incorporadas em programas de melhoramento genético. Esses resultados sugerem que a seleção para espessura de gordura (EG e P8) não leva a antagonismo com a fertilidade em machos (PE). Conclui-se ainda que a seleção para rendimento de carcaça (AOL) pode levar a um acréscimo do PE.

Termos para indexação: amostrador de Gibbs, parâmetros genéticos, herdabilidade, espessura de gordura, rendimento.

¹ Zootecnista, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Cerrados, mclaudio@cpac.embrapa.br

² Zootecnista, M.Sc., Chefe do Escritório Regional da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) de Belo Horizonte, barbosa_v@hotmail.com

³ Médica Veterinária, D.Sc., Professora da Universidade Federal de Goiás (UFG), carina@jatai.ufg.br

⁴ Médico Veterinário, M.Sc., doutorando em Ciência Animal – EV/UFG, dyomix@yahoo.com.br

⁵ Médico Veterinário, D.Sc., Professor adjunto da Univ. Federal de Goiás, marcoviuvet@hotmail.com

⁶ Médica Veterinária, Associação Goiana dos Criadores de Zebu (AGCZ), mamede@cnpaf.embrapa.br

⁷ Médico Veterinário, Ph.D., Presidente da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), raysildo@anpc.org.br.

Quantitative Genetic Study of Carcass Characteristics and Scrotal Perimeter Using Bayesian Inference in Nelore Young Bulls

Abstract

The objective with this study was estimate the genetic parameters for carcass and traits reproductive: Longissimus muscle area or ribeyearea (AOL); fat thickness between the 12th and 13th ribs (EG); rump fat thickness (P8); and scrotal perimeter (SP) in animals of the Nelore breed, the Gibbs Sampling (GS) method. The dataset contained 1.697 males ranging in age from 15 to 19 months at the moment of the collection. The ultrasound images were collected between the 12th and 13th ribs (AOL and EG) and over the rump (P8) and, at this moment, SP was measured. The (co)variance components and genetic parameters were estimated using the GS method with the MTGSAM program. The heritability estimates were moderate to high: AOL (0.64); EG (0.41); P8 (0.65); and SP (0.61), in one single trait model analysis, and the values were similar in two trait model. Genetic correlation estimates between SC and the two traits fat thickness (EG and P8) were low (0.06 and 0.08, respectively). Genetic correlation estimates between SP and AOL was moderate to high (0.25). The traits AOL and EG measured by ultrasound showed an amount of additive genetic variability enough to be included in genetic improvement programs.

Index terms: Gibbs Sampling, Genetic Parameters, heritability, fat thickness, ribeye area.

Introdução

A agricultura e a pecuária são segmentos de suma importância para o sustento e desenvolvimento da economia nacional. Embora existam diversas deficiências nos segmentos da cadeia produtiva da carne bovina, observadas pelos índices zootécnicos médios da pecuária de corte nacional, sua importância para o agronegócio brasileiro é incontestável (ANULPEC, 2009).

Diante dessa realidade, todos os segmentos envolvidos na atividade pecuária devem desempenhar suas funções da forma mais eficiente possível. O primeiro passo de qualquer sistema de produção é a escolha da matéria-prima a ser utilizada. Dessa forma, na pecuária de corte, é fundamental a seleção e utilização de animais com potencial genético para produção de carne.

Um dos maiores problemas da indústria da carne bovina do Brasil reside na falta de uniformidade em idade de abate dos animais, cobertura de gordura e marmorização da carne, fatores que exercem grande influência na qualidade da carne. Para atender os mercados interno e externo, há necessidade de se produzir animais que tenham boa qualidade de carcaça, apresentando, entre outras características, maior rendimento de cortes comerciais e boa cobertura de gordura (SAINZ et al., 2003).

Sendo assim, é necessário um estudo mais detalhado das características de carcaça na raça Nelore em virtude de sua significativa participação na bovinocultura de corte brasileira. A partir do momento que se têm informações consistentes dos valores genéticos e da habilidade de transmissão de genes das características relacionadas à qualidade da carcaça, é possível a seleção e utilização de uma matéria-prima mais apropriada para obtenção do produto final: a carne.

Vários países, inclusive o Brasil, contemplam a avaliação genética para características relacionadas à qualidade da carcaça em seus programas de melhoramento genético, sendo utilizada a tecnologia de

ultrassonografia para obtenção dessas medidas, por ser uma forma rápida, barata e possível de ser realizada no animal vivo. Na maioria desses programas, são consideradas as medidas de espessura de gordura, por ser de suma importância no processamento da carne, tanto na indústria como na residência do consumidor, e a área do músculo *Longissimus dorsi*, por apresentar correlação genética positiva com o rendimento da carcaça e com a sua porção comestível. Entretanto, características como precocidade sexual também devem ser contempladas nos programas de melhoramento genético, no entanto alguns estudos indicam que existe correlação genética positiva entre características de carcaça e precocidade sexual (TURNER et al., 1990; JOHNSON et al., 1993; SAINZ et al., 2003; FERRAZ et al., 2004).

Diante do exposto, num programa de melhoramento genético, é indispensável o conhecimento dos componentes de (co)variância envolvidos e das fontes de variação ambientais das características a serem contempladas. Tais informações são essenciais para obtenção de estimativas de parâmetros genéticos. Nesse contexto, a confiabilidade e a qualidade dos resultados gerados dependerão da idoneidade das informações coletadas e do método utilizado para análise dessas informações, sendo importante a atualização dos métodos e metodologias utilizadas para obtenção dos componentes de (co)variância das características estudadas.

Vários estudos contemplando diversos métodos e modelos para estimação dos componentes de (co)variância são realizados constantemente. Recentemente, além dos métodos frequentistas, métodos bayesianos passaram a ser utilizados como opção para solução dos problemas relacionados à avaliação genética animal. Segundo Magnabosco et al. (2001), a aplicação de métodos de Markov Chain Monte Carlo – MCMC, destacando-se a Amostragem de Gibbs (GS), pode ser utilizada como ferramenta para estimação de componentes de (co)variância utilizando dados de campo.

Objetivou-se com este estudo avaliar o método de amostragem de Gibbs como ferramenta para se estimar os parâmetros genéticos para

as características: área de olho de lombo (AOL); espessura de gordura, medida entre a 12^a e 13^a costela (EG); espessura de gordura na garupa (P8) e perímetro escrotal (PE) de machos da raça Nelore.

Material e Métodos

O banco de dados utilizado neste estudo foi fornecido pelo Programa Nelore Brasil da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). O arquivo de dados é constituído por informações de características de carcaça e crescimento de bovinos da raça Nelore, criados e recriados em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *brizantha* na Fazenda Guaporé, pertencente à empresa Guaporé Pecuária – marca OB. A Fazenda Guaporé está localizada a 450 km de Cuiabá, no Município de Pontes e Lacerda, sudoeste do Estado de Mato Grosso, MT.

O arquivo continha dados de 1.933 novilhos, nascidos entre 2000 e 2003, criados em regime exclusivo de pasto, com idades variando, no momento da coleta, entre 15 e 19 meses. As imagens foram obtidas nos animais vivos, em dois locais diferentes, na área de olho de lombo (entre a 12^a e 13^a costela) e na garupa (entre o ílio e ísqueo). Além das medidas de ultrassom, foi mensurado o PE no mesmo momento.

As imagens de ultrassonografia foram colhidas utilizando o equipamento Aloka 500V com sonda linear de 17,2 cm e 3,5 MHz (Blackbox, Biotronics, Ames, IA, EUA). As informações colhidas no campo referentes às características de PE e peso foram obtidas por dois técnicos distintos, devidamente treinados, e a interpretação das imagens foi realizada pelo laboratório responsável pela qualidade dos dados.

Para efetuar a consistência dos dados e a presença de *outliers*, foi utilizado o aplicativo SAS, versão 8.2 (SAS, 2001), o que resultou num arquivo contendo registros de 1.697 animais. O arquivo de genealogia foi fornecido pelo departamento de pesquisa da ANCP, sendo composto por 15.562 indivíduos.

Os componentes de (co)variância necessários para a obtenção dos parâmetros genéticos foram estimados pelo método da Amostragem de Gibbs, com a utilização do programa MTGSAM (Multiple Trait using Gibbs Sampler under Animal Model). Esse software foi desenvolvido por Van Tassel e Van Vleck (1996), com intuito de gerar as distribuições marginais posteriores dos componentes de (co)variância, por meio de amostras geradas pela cadeia de Gibbs.

Na implementação da Amostragem de Gibbs, foi considerado um período de descarte amostral de 20 mil ciclos, esquema de cadeia longa de 200 mil ciclos e intervalo amostral de 100 ciclos, gerando, por fim, 1.800 amostras para o cálculo da média, moda, mediana, desvio-padrão e do intervalo de confiança. O parâmetro de definição de forma (v) da distribuição inicial considerado foi zero. Dessa maneira, considerou-se que não havia conhecimento das distribuições iniciais de cada parâmetro, ou seja, com distribuição inicial de forma achatada e tendendo ao infinito.

As análises, considerando uma única característica separadamente (unicaráter), foram realizadas usando o modelo animal, conforme o modelo linear descrito pela equação:

$$\underline{y} = \underline{X}\underline{\beta} + \underline{Z}_a\underline{a} + \underline{e}$$

Em que:

\underline{y} = vetor das variáveis dependentes (registros de produção).

$\underline{\beta}$ = vetor dos efeitos fixos.

\underline{X} = matriz de incidência que associa $\underline{\beta}$ com \underline{y} .

\underline{Z} = matriz de incidência que associa o vetor \underline{a} a \underline{y} .

\underline{a} = vetor dos efeitos genéticos aditivos do animal.

\underline{e} = vetor de resíduos.

Assumiu-se que:

$$\text{var}(\underline{a}) = A\sigma_a^2 \text{ e } \text{var}(\underline{e}) = I\sigma_e^2$$

Em que:

σ_a^2 e σ_e^2 são as variâncias aos efeitos genéticos aditivos diretos e residuais, respectivamente; A é a matriz de parentesco entre os animais; e I a matriz identidade apropriada.

Para as análises de estimação dos componentes de (co)variância do efeito genético direto e das correlações genéticas – usando modelos bicaráter entre PE e características de qualidade de carcaça –, foi utilizado o seguinte modelo matricial bicaráter:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1\beta_1 + Z_1a_1 \\ X_2\beta_2 + Z_2a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Em que:

y_i = vetor de observações da característica.

β_i = vetor de efeitos fixos.

a_i = vetor dos efeitos genéticos diretos associados às matrizes.

X_i e Z_i = matrizes de incidência dos efeitos β_i e a_i , respectivamente.

e_i = vetor dos efeitos residuais. As esperanças de y_i são $X_i\beta_i$.

Assumiu-se que:

$$E \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X\beta_1 \\ X\beta_2 \end{bmatrix}$$

e a estrutura de (co) variâncias:

$$\text{ar} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{a_1}^2 & & & & \\ A\sigma_{a_1a_2} & A\sigma_{a_2}^2 & & & \\ 0 & 0 & I\sigma_{e_1}^2 & & \\ 0 & 0 & I\sigma_{e_1e_2} & I\sigma_{e_2}^2 & \end{bmatrix}$$

Em que:

$\sigma_{a_1}^2$ = variância genética aditiva direta para a característica 1.

$\sigma_{a_2}^2$ = variância genética aditiva direta para a característica 2.

$\sigma_{e_1}^2$ = variância dos efeitos residuais relativa à característica 1.

$\sigma_{e_2}^2$ = variância residual relativa à característica 2.

A = matriz de parentesco.

I = matriz identidade apropriada.

$\sigma_{a_1a_2}$ = covariância genética entre os efeitos genéticos diretos para as características 1 e 2.

$\sigma_{e_1e_2}$ = covariância entre os efeitos residuais para as características 1 e 2.

O modelo proposto incluiu três efeitos fixos para perímetro escrotal (PE), e para as características de qualidade da carçaça (espessura de gordura e área do músculo Longissimus dorsi): ano de nascimento; mês de nascimento; e classe da idade da vaca ao parto. Optou-se por trabalhar com efeitos fixos separados, pois não havia necessidade de separação de grupos contemporâneos, uma vez que os animais pertenciam à mesma fazenda, regime alimentar e sexo.

As classes de idade da vaca ao parto (IVP), cujo efeito foi significativo para perímetro escrotal, segundo a análise de variância, foram constituídas de 6 classes: 1 para $IVP < 36$ meses; 2 para $36 < IVP < 48$ meses; 3 para $48 < IVP \leq 60$ meses; 4 para $60 < IVP \leq 72$ meses; 5 para $72 < IVP \leq 120$ meses; e 6 para $IVP > 120$ meses.

Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas contendo número de observações, média, coeficiente de variação, valor mínimo e máximo para as características de perímetro escrotal e de carcaça, preconizadas neste estudo, estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva das características de perímetro escrotal e de carcaça de bovinos Nelore, a pasto, com idades de 15 a 19 meses.

Característica	N	Média	DP	Min.	Max.	
Carcaça	AOL (cm ²)	1.632	42,57	6,50	14,73	66,96
	EG (mm)	1.628	1,40	0,42	0,40	6,40
	P8 (mm)	1.602	1,84	0,72	0,40	6,70
Fertilidade	PE (cm)	1.667	22,96	28,39	10,0	36,0

N: n° de animais; AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura medida entre a 12ª e 13ª costela; P8: espessura de gordura medida na garupa, entre o fílo e ísqueo; PE: perímetro escrotal; DP: desvio padrão; Min: Valor Mínimo; e Max: Valor Máximo.

Figueiredo et al. (2000) estudaram animais da raça Nelore com idade média de 17 meses e encontraram valores médios de 42,57 cm² e 2,41 mm para as medidas de AOL e EG, respectivamente. Porém não foi mencionado, no trabalho, o regime alimentar em que os animais foram criados. Esse fato é de grande importância, pois o regime alimentar influencia diretamente no desenvolvimento e na precocidade de acabamento do animal. É importante lembrar que os valores encontrados na literatura para essas características referem-se, na maioria dos casos, a animais *Bos taurus* criados em regime de semiconfinamento e confinamento o que, de certa forma, dificulta a comparação e discussão dos resultados aqui obtidos em animais zebuínos.

O resultado médio obtido para a característica PE (22,96 cm) está bem próximo aos valores encontrados na literatura para essa característica em idades padronizadas (15 e 18 meses) (ELLER et al., 1996; FARIA, 2004; LÔBO et al., 2004; SAINZ et al., 2003).

Avaliando-se EG e P8, as médias observadas foram de 1,40 mm e 1,84 mm, respectivamente. Observou-se que, sem suplementação alimentar na fase de terminação, fica difícil atingir os requisitos mínimos de espessura de gordura de cobertura para abate conforme relatado por Magnabosco et al. (2001). É necessário aplicar a seleção baseada nessas características, considerando que, para abate, exige-se que a carcaça tenha de 4,0 mm a 5,0 mm de gordura de cobertura. Essa suplementação não necessariamente seria em regime de confinamento, bastando para isso que os animais tenham acesso aos pastos com suplementação proteica e energética. Observando a Tabela 1, nota-se que existem animais que alcançam a espessura de gordura para abate com idade precoce, demonstrando também que existem indícios de variabilidade genética que permite a seleção para essas características.

Na Tabela 2, são apresentadas as estimativas de componentes de variância e herdabilidade das características estudadas, obtidas em análise unicaráter utilizando a Amostragem de Gibbs.

As estimativas de coeficientes de herdabilidade encontradas na literatura (JOHNSON et al., 1993; PARIACOTE et al., 1998; FIGUEIREDO et al., 2000; SAINZ et al., 2003; YOKOO et al., 2008) apresentam grande amplitude, variando de 0,22 a 0,97 para AOL e 0,18 a 0,56 para EG. No entanto, considerando animais da raça Nelore, Yokoo et al. (2008; 2009) também estimaram valores de coeficientes de herdabilidade moderados para AOL (0,35 e 0,37). É importante considerar que esses resultados são de parâmetros genéticos obtidos de populações envolvendo diversas raças, mensurações realizadas em várias idades, empregando diferentes equipamentos e técnicos. Adicionalmente, é importante ressaltar que foram utilizadas diferentes métodos e metodologias para a estimação dos componentes de (co) variância e dos parâmetros genéticos, nesses trabalhos.

Tabela 2. Estimativas de médias posteriores dos parâmetros genéticos das características de carcaça e reprodutiva, utilizando a Amostragem de Gibbs, a partir de valores iniciais não informativos ($v = 0$) em análise unicaráter.

Características		Média	Moda	Mediana	σ^2_k	DP	IC
AOL	σ^2_a	26,14	25,17	26,18	8,00	2,83	20,48-31,80
	σ^2_e	19,40	14,79	14,38	2,91	1,70	16,00-22,80
	h^2_d	0,64	0,65	0,64	0,002	0,050	0,54-0,74
EG	σ^2_a	0,08	0,07	0,08	0,0002	0,016	0,048-0,112
	σ^2_e	0,11	0,11	0,11	0,0001	0,011	0,088-0,132
	h^2_d	0,41	0,32	0,41	0,0049	0,070	0,27-0,55
P8	σ^2_a	0,37	0,36	0,37	0,0021	0,046	0,278-0,462
	σ^2_e	0,20	0,18	0,20	0,0008	0,028	0,144-0,256
	h^2_d	0,65	0,61	0,66	0,0036	0,06	0,53-0,77
PE	σ^2_a	452,54	456,68	453,32	2041,5	45,18	362,18-542,90
	σ^2_e	284,00	283,98	283,48	767,8	27,71	228,58-339,42
	h^2_d	0,61	0,61	0,61	0,0019	0,044	0,522-0,698

AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura medida entre as 12ª e 13ª costela; P8: espessura de gordura medida na garupa, entre o ílio e ísquio; PE: perímetro escrotal; σ^2_a : variância genética aditiva; σ^2_e : variância residual; h^2 : herdabilidade; σ^2_k : variância entre as amostras; DP: desvio-padrão; e IC: intervalo de confiança.

Dessa maneira, verifica-se que as estimativas de herdabilidade obtidas neste estudo para AOL (0,64), EG (0,41) e P8 (0,65) estão próximas de valores verificados em trabalhos com raças taurinas e também em alguns trabalhos disponíveis com a raça Nelore ou qualquer outra raça zebuína. Isso significa que, apesar desse estudo contar somente com animais criados a pasto, a variabilidade genética aditiva na população pode ser estimada usando GS, e os resultados obtidos sugerem que a seleção para essas características promoverá progresso genético na raça Nelore.

Quanto ao componente ambiental que influencia as características de carcaça, o modelo utilizado foi eficiente para estimação também desses parâmetros não genéticos. Robinson et al. (1993) estimaram herdabilidades para machos da raça Hereford, utilizando o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e observaram valores de 0,20, 0,27 e 0,16 para AOL, P8 e EG, respectivamente. Estimativas de herdabilidade de 0,11 e 0,29 para EG e AOL, respectivamente, foram encontradas por Moser et al. (1998), utilizando dados de animais da raça Brangus.

Sainz et al. (2003), em estudo com animais da raça Nelore, utilizando o método REML, obtiveram estimativas de herdabilidade para as características AOL, EG e P8 de 0,29; 0,44; e 0,62, respectivamente. Johnson et al. (1993), utilizando o mesmo método para estimação dos componentes de (co)variância, obtiveram herdabilidade de 0,40 e 0,14 para AOL e EG, respectivamente, em animais da raça Brangus.

Os valores obtidos neste trabalho concordam com os relatos de vários autores (WILSON, 2004; SAINZ et al., 2003; JOHNSON et al., 1993; YOKOO et al., 2008; 2009), que mostraram valores de herdabilidade variando de média a alta para características de carcaça em geral. Isso significa que as variações dessas características entre os indivíduos de determinada raça e população se devem, em parte, a diferenças genéticas aditivas, nas quais a seleção se apresenta como instrumento efetivo para se obter mudanças genéticas nas populações para as características em questão.

As estimativas de média, moda e mediana (Tabela 2) dos coeficientes de herdabilidade da característica AOL apresentaram-se bastante semelhantes e idênticas na característica PE, conforme esperado para distribuições posteriores, tendendo à normalidade. Para as características EG e P8, a média e mediana apresentaram-se semelhantes, enquanto a moda variou, sendo mais baixa para EG e mais alta para P8. Alguns autores, Faria (2004) e Yokoo et al. (2009), sugerem que, ao se aumentar o tamanho efetivo das amostras e principalmente a sua cadeia, provavelmente, serão encontrados os mesmos valores para média, moda e mediana.

O método GS possibilitou a obtenção de distribuições posteriores marginais aos parâmetros genéticos estudados, enquanto o método REML fornece valores pontuais. Na Tabela 2, verifica-se ainda que os valores estimados para médias, medianas e modas dos parâmetros das características estudadas foram obtidos das densidades posteriores dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos. Avaliando-se as estatísticas descritivas, como as médias, modas e medianas (Tabela 2), observa-se um maior conhecimento das densidades marginais posteriores, percebendo-se que as distribuições estão bem próximas da distribuição normal, indicando a convergência da cadeia de Gibbs.

Os valores de variância das amostras (σ^2k) foram baixos para todas as características em estudo. Esses resultados eram esperados em função do tamanho da cadeia, descarte amostral e intervalo de amostras. Essas informações vêm ao encontro de resultados apresentados por Faria et al. (2007) e Magnabosco et al. (2000), que verificaram que quanto maior o número de amostras obtidas menor a variância entre elas.

Na Tabela 3, são apresentadas estimativas dos parâmetros genéticos das características de reprodução e carcaça, obtidas em análise bicaráter, que permite obter informação sobre a correlação genética existente entre elas. Essa informação é de grande valia aos selecionadores, pois a seleção de uma determinada característica tenderá a causar resposta em outra geneticamente relacionada.

Análises por modelos bivariados consideram as correlações entre as características de modo a aumentar a acurácia da predição do valor genético (ELER et al., 1996), sendo que, nesse estudo, essa afirmação é válida para análise da EG e P8, que apresentam alta correlação. Análises envolvendo mais de uma característica simultaneamente apresentam maiores acurácias das predições dos valores genéticos em decorrência das informações adicionais incorporadas, sobretudo, pelos componentes de (co)variâncias entre as características.

Tabela 3. Estimativas de médias posteriores dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para características reprodutivas e de carcaça, obtidas por análise bicaráter, empregando metodologia GS.

Característica		σ^2_{a1}	σ^2_{a12}	σ^2_{a2}	σ^2_{e1}	σ^2_{e2}	h^2_1	h^2_2	r_{g12}
AOL ₁	PE ₂	27,61	27,79	457,51	13,54	280,67	0,67	0,62	0,25
	EG ₂	26,49	0,24	0,078	14,23	0,11	0,65	0,40	0,17
	P8 ₂	26,06	0,35	0,37	14,47	0,19	0,64	0,65	0,11
EG ₁	PE ₂	0,078	0,35	454,89	0,11	283,32	0,41	0,62	0,06
	P8 ₂	0,08	0,09	0,36	0,11	0,20	0,41	0,64	0,54
P8 ₁	PE ₂	0,37	1,12	452,75	0,20	284,43	0,65	0,61	0,09

AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura medida entre a 12ª e 13ª costela; P8: espessura de gordura medida na garupa entre o fílo e ísquio; σ^2_{a1} : variância genética aditiva da característica 1; σ^2_{a12} : covariância genética entre a característica 1 e 2; σ^2_{a2} : variância genética aditiva da característica 2; σ^2_{e1} : variância residual da característica 1; σ^2_{e2} : variância residual da característica 2; h^2_1 : herdabilidade direta da característica 1; h^2_2 : herdabilidade direta da característica 2; r_{g12} : correlação genética entre as características 1 e 2.

Praticamente não houve diferença entre as estimativas de herdabilidade para as características em estudo quando estimadas sob análises unicaráter ou bicaráter. Existiram casos em que os coeficientes de herdabilidade apresentaram magnitudes maiores quando comparados às estimativas em análise unicaráter. Segundo Meyer et al. (1991), isso ocorre porque, em análises bicaráter envolvendo características que apresentam correlação genética de magnitude não muito pequena, a característica de herdabilidade mais elevada tende a contribuir com maior quantidade de informações à outra característica.

A característica AOL, quando avaliada em análise bicaráter com PE, teve herdabilidade ligeiramente superior à análise unicaráter. As correlações genéticas entre todas as características estudadas (Tabela 3) apresentaram-se positivas e com grande amplitude de variação.

Resultados relatados por Sainz et al. (2003) indicaram que é possível fazer seleção para maior musculosidade e melhor acabamento, simultaneamente. Entretanto, Sugisawa et al. (2006), também avaliando dados de carcaça de animais cruzados da raça Angus e Nelore, observaram correlação genética negativa (-0,55) entre a espessura de gordura subcutânea entre as 12^a e 13^a costelas e a musculosidade da carcaça. Nesse caso, a seleção para o incremento no rendimento de carcaça promoveria diminuição na espessura de gordura de cobertura. Segundo Ferraz et al. (2004) e Yokoo et al. (2008), a EG e a P8 são características que devem ser melhoradas para tornar o Nelore mais competitivo.

A biologia de desenvolvimento das características AOL e EG segue uma regra para todas as raças. A partir do momento em que o animal nasce até atingir a idade adulta, ocorre um rápido crescimento esquelético, muscular e dos demais órgãos. O crescimento esquelético cessa, mas continua o crescimento muscular, e inicia-se o crescimento do tecido adiposo (PEDROSO et al., 2003).

As correlações genéticas estimadas (Tabela 3) entre PE e as medidas de espessura de gordura (EG e P8) foram baixas, sendo 0,06 com EG e 0,09 com P8, porém positivas, indicando que touros selecionados para maior desenvolvimento testicular, ou seja, seleção buscando animais precoces e com alta fertilidade, são também geneticamente predispostos a apresentarem incremento na espessura da gordura de cobertura ou, pelo menos, não estariam prejudicando essa característica. Entretanto, Johnson et al. (1993), trabalhando com animais da raça Brangus e utilizando o REML, encontraram correlação genética entre EG e PE de -0,33, indicando uma associação desfavorável entre as características.

A correlação genética favorável entre EG e PE permite que a seleção buscando a melhoria da espessura de gordura de acabamento, simultaneamente, promova a melhora de características relacionadas à precocidade sexual. No entanto, correlações genéticas negativas, apresentadas por alguns estudos TURNER et al. (1990) e JOHNSON et al. (1993), e a correlação genética positiva baixa, apresentada neste trabalho, indicam que mais estudos precisam ser realizados para maior confiabilidade a respeito dessa relação entre acabamento e precocidade sexual.

Ferraz et al. (2004), Tuner et al. (1990) e Sainz et al. (2003) sugerem que a EG e P8 estariam relacionadas à precocidade de crescimento e sexual. A comprovação da existência de correlação genética favorável entre características de crescimento, reprodutivas e de carcaça, auxiliaria sobremaneira o selecionador, que direcionaria apenas para algumas características, visto que atualmente, nos programas de melhoramento genético, existem informações sobre o mérito genético para mais de 15 características de importância econômica.

Conclusões

As características de carcaça medidas por meio da técnica de ultrassonografia apresentaram grande variabilidade genética, devendo ser incluídas em programas de seleção, pois podem responder rapidamente à seleção individual, sendo recomendadas como critérios de seleção.

Os resultados aqui encontrados não permitem afirmar que as correlações genéticas entre características de carcaça e reprodutivas devem ser consideradas nos programas de melhoramento de bovinos da raça Nelore. No entanto, sugerem que existe uma associação positiva entre elas, de maneira que a seleção buscando animais mais precoces e com alta fertilidade, também predisporia a incremento na espessura da gordura de cobertura ou, pelo menos, não estaria prejudicando essa característica.

Em virtude das diferenças apresentadas na literatura, mais estudos são necessários sobre as correlações genéticas entre características de carcaça e reprodutivas.

Referências

- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2009.
- ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; SILVA, P. R. Parâmetros genéticos para peso, avaliação visual e circunferência escrotal na raça Nelore, estimados por modelo animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 3, p. 203-2013, 1996.
- FARIA, C. U. **Inferência Bayesiana no estudo genético quantitativo de características reprodutivas e de crescimento de bovinos da raça Nelore**. 2004. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.
- FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; BORJAS, A. R.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; SAINZ, R. D. Bayesian inference in the quantitative genetic study of growth traits in Nelore cattle (*Bos indicus*). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 30, n. 3, p. 545-551, 2007.
- FERRAZ, J. B. S.; MARCONDES, C. R.; LOBO, R. B.; ELER, J. P. **Avaliação genética de reprodutores e DEPs para qualidade da carcaça**. In: WORKSHOP DE ULTRASSONOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO DA CARCAÇA BOVINA, 1. 2004. Pirassununga, SP. [Anais...] Pirassununga: [S.I.], 2004. p. 1-15
- FIGUEIREDO, L. G. G.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S.; OLIVEIRA, F. F.; SHIMBO, M. V.; JUBILEU, J. S. **Componentes de variância para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2000, Belo Horizonte. p. 385-387, 2000. Disponível em: <www.sbmaonline.org.br>. Acesso em: 15 dez. 2000.
- JOHNSON, M. Z.; SCHALLES, R. R.; DIKEMAN, M. E.; GOLDEN, B. L. Genetic Parameter estimates of ultrasound measured Longissimus muscle area and 12th rib fat thickness in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 10, p. 2623-2630, 1993.
- LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; MAGNABOSCO, C. U.; ZAMBIANCHI, A. R.; ALBUQUERQUE, L. G.; BERGMANN, J. A. G.; SAINZ, R. D. **Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2004**, Ribeirão Preto:GEMAC/FMRP/USP, 122p. 2004.
- 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**, v. 117, n. 3, p. 169-188, 2000.

MAGNABOSCO, C. U.; FARIA, C. U.; BORJAS, A. R.; LOBO, R. B.; SAINZ, R. D. **Implementação da Amostragem de Gibbs para estimação de componentes de (co) variância e parâmetros genéticos em dados de campo de bovinos Nelore**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado,. 2001. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 37)

MEYER, K.; HAMMOND, K.; MACKINNON, M. J. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 9, p. 3533-3543, 1991.

MOSER, D. W.; BERTRAND, J. K.; MISZTAL, I. Genetic parameter estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 10, p. 2542-2548, 1998.

PARIACOTE, F.; VAN VLECK, L. D.; HUNSLEY, R. E. Genetic and phenotypic parameters for carcass traits of American Shorthorn beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, n. 10, p. 1786-1795, 1998.

PEDROSO, E. K.; LOCATELI, A. L.; GROSSKLAUS, C. **Avaliação funcional e carcaça do Nelore**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES DE GENÉTICA, 12., 2003, Ribeirão Preto. [Anais...]. Ribeirão Preto: [S.l.], 2003. 1 CD-ROM.

ROBINSON, D. L.; HAMMOND, K.; McDONALD, C. A. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 5, p. 1128-1135, 1993.

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 zebuíno. SEMINÁRIO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES, 12., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: [S.l.], 2003. 1 CD-ROM.

SAS INSTITUTE INC.SAS/STATTM. **SAS user's guide for windows environment**. 8.2 ed. Cary, 2001. 842 p.

SUGISAWA, 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 da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 169-176, 2006.

TURNER, J. W.; PELTON, L. S.; CROSS, H. R. Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 11, p. 3502, 1990.

VAN TASSEL, C. P.; VAN VLECK, L. D. **A Manual for use of MTGSAM – A set of Fortran programs to apply Gibbs Sampling to animal models for variance component estimation**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1996.

WILSON, D. E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, n. 3, v. 70, p. 973-983, 1992.

WILSON, D. E. **Laboratório centralizado de interpretação de imagens**. In: WORKSHOP DE ULTRASSONOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO DA CARCAÇA BOVINA, 1. 2004. Pirassununga, SP. [Anais...] Pirassununga: [S.l.], 2004.

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**, v. 44, p. 197-202, 2009.

YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C.; SILVA, J. A. V.; SAINZ, R. D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, n. 2, v. 117, p. 147-154, 2008.