

ESTUDO GENÉTICO QUANTITATIVO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E PERÍMETRO ESCROTAL, UTILIZANDO INFERÊNCIA BAYESIANA EM NOVILHOS NELORE

QUANTITATIVE GENETIC STUDY OF CARCASS CHARACTERISTICS AND SCROTAL PERIMETER, USING BAYESIAN INFERENCE IN NELLORE YOUNG BULLS

Vanessa BARBOSA¹; Cláudio de Ulhôa MAGNABOSCO²; José Benedito de Freitas TROVO³; Carina de Ubirajara FARIA⁴; Dyomar Toledo LOPES⁵; Marco Antônio de Oliveira VIU⁵; Raysildo Barbosa LOBO⁶; Mariana Márcia Santos MAMEDE⁷

1. Chefe do Escritório Regional da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, Belo Horizonte, MG, Brasil. barbosa_v@hotmail.com; 2. Pesquisador, Pós-doutor, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil; 3. Pesquisador, Pós-doutor, Embrapa Recursos Genéticos, Brasília, DF, Brasil; 4. Professora, Doutora, Universidade Federal de Goiás - UFG, Jataí, GO, Brasil; 5. Professor, Doutor, UFG, Jataí, GO, Brasil; 6. Presidente da Associação Nacional dos Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, SP, Brasil; 7. Médica Veterinária Analista da Associação Goiana dos Criadores de Zebu - AGCZ/Embrapa Arroz e Feijão, Planaltina, DF, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com este estudo avaliar o método de Amostragem de Gibbs (GS) como ferramenta para se estimar os componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para perímetro escrotal (PE) e características de carcaça: área de olho de lombo (AOL); espessura de gordura medida entre a 12^a e 13^a costela (EG) e espessura de gordura medida na garupa (P8) em animais da raça Nelore. O arquivo de dados era constituído de 1.697 machos, nascidos entre 2000 e 2003, filhos de 74 touros com idades variando entre 15 e 19 meses. As imagens de ultra-som da AOL, EG e P8 foram obtidas em animais vivos e, no mesmo momento, foi mensurado o PE. Os componentes de (co) variância foram estimados pela Amostragem de Gibbs (GS), por meio do programa MTGSAM. As estimativas de herdabilidades foram altas: AOL (0,64), EG (0,41), P8 (0,65) e PE (0,61), para análises unicaracteres, sendo encontrados valores similares nas análises bicaracteres. As correlações genéticas estimadas entre PE e as medidas de espessura de gordura (EG e P8) foram baixas, sendo 0,06 com EG e 0,09 com P8. Entre AOL e PE a correlação genética foi moderada (0,25). Concluiu-se que o método GS possibilitou a estimação de distribuições posteriores dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos, mostrando ser um método apropriado para utilização em dados de campo, desde que respeitados os requerimentos de sua implementação. As características AOL e EG, medidas por meio da técnica de ultra-sonografia, apresentaram variabilidade genética suficiente para serem incorporadas em programas de melhoramento genético.

PALAVRAS-CHAVE: Amostrador de Gibbs. Carcaça. Nelore. Parâmetros genéticos. Perímetro escrotal. Ultra-sonografia.

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 é incontestável.

Diante desta 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. Desta 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 estes que exercem grande influência na qualidade da mesma. Assim, 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. Sendo assim, torna-se 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 tenham 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, que é a carne.

Vários países, inclusive o Brasil, contemplam em seus programas de melhoramento genético a avaliação genética para características relacionadas à qualidade da carcaça, sendo utilizada a tecnologia de ultra-sonografia 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 rendimento da carcaça e com a porção comestível da mesma. Por outro lado, características como precocidade sexual também deve ser contemplada nos programas de melhoramento genético, no entanto, alguns estudos indicam que existe correlação genética positiva entre características de carcaça e precocidade sexual (TURNER; PELTON; CROSS, 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 variância envolvidos e das fontes de variação ambientais das características a serem contempladas. Tais informações são essenciais para obtenção de estimativas de parâmetros genéticos. Neste 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 variância e parâmetros genéticos das características estudadas.

Vários estudos contemplando diversos métodos e modelos para estimação dos componentes de variância e parâmetros genéticos 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 empregada como ferramenta para estimação de componentes de (co) variância e parâmetros genéticos utilizando dados de campo.

Objetivou-se com este estudo avaliar o método de Amostragem de Gibbs como ferramenta para se estimar os componentes de (co) variância e 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 de informações 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, no vale do Rio Guaporé.

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 ultra-som foi mensurado, no mesmo momento, o PE.

As imagens de ultra-sonografia foram colhidas utilizando o equipamento Aloka 500 v com sonda linear de 17,2 cm e 3,5 MHz (*Blackbox, Biotronics, Ames, IA, EUA*). As informações colhidas no campo, incluindo altura do posterior, PE e peso foram obtidas por dois técnicos distintos, devidamente treinados, e o processamento das imagens em laboratório foi realizado por quatro técnicos diferentes.

O procedimento GLM do SAS versão 8.2 (SAS, 2001) foi utilizado para análises preliminares. Isto resultou num arquivo, após o trabalho de consistência, 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 aplicação do programa MTGSAM (*Multiple Trait using Gibbs Sampler under Animal Model*). Este software foi desenvolvido por Van Tassel e Van Vleck (1996), com intuito de gerar as distribuições médias 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 20.000 ciclos, esquema de cadeia longa

de 200.000 ciclos e intervalo amostral de 100 ciclos, gerando por fim 1.800 estimativas. O parâmetro de definição de forma (v) da distribuição inicial considerado foi zero. Desta 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 a seguir:

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

Onde:

\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;

e

\underline{e} = vetor de resíduos.

Assumiu-se que:

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

Onde:

σ_a^2 e σ_e^2 são as variâncias para os efeitos genéticos aditivos diretos e residuais, respectivamente; \underline{A} é a matriz de parentesco entre os animais; e \underline{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:

$$\begin{bmatrix} \underline{y}_1 \\ \underline{y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{X}_1\underline{\beta}_1 + \underline{Z}_1\underline{a}_1 \\ \underline{X}_2\underline{\beta}_2 + \underline{Z}_2\underline{a}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \underline{e}_1 \\ \underline{e}_2 \end{bmatrix}$$

Onde:

\underline{y}_i = vetor de observações da característica;

$\underline{\beta}_i$ = vetor de efeitos fixos;

\underline{a}_i = vetor dos efeitos genéticos diretos associados às matrizes;

\underline{X}_i e \underline{Z}_i = matrizes de incidência dos efeitos $\underline{\beta}_i$ e \underline{a}_i , respectivamente; e

\underline{e}_i = vetor dos efeitos residuais. As esperanças de

\underline{y}_i são $\underline{X}_i\underline{\beta}_i$.

Assumiu-se que:

E a estrutura de (co) variâncias:

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

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

Onde:

$\sigma_{a_1}^2$ = 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;

\underline{A} = matriz de parentesco;

\underline{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 precocidade sexual (PE), e para as características de qualidade da carcaça (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 em grupos contemporâneos, uma vez que

os animais pertenciam à mesma fazenda, regime alimentar e sexo.

As idades das vacas ao parto (IVP), foram constituídas de 6 classes: 1 para IVP < 36 meses; 2 para 36 < IVP ≤ 48 meses; 3 para 48 < IVP ≤ 60 meses; 4 para 60 < IVP ≤ 72 meses; 5 para 72 < IVP ≤ 120 meses; e 6 para IVP > 120 meses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Tabela 1. Estatísticas descritivas das características de **carcaça e do perímetro escrotal** de bovinos Nelore, a pasto, com idades de 15 a 19 meses.

Características	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Maximo
AOL (cm ²)	1632	42,57	6,50	14,73	66,96
EG (mm)	1628	1,40	0,42	0,40	6,40
P8 (mm)	1602	1,84	0,72	0,40	6,70
PE (cm)	1667	22,96	28,39	10,0	36,0

N: nº de animais, AOL: área de olho de lombo, EG: espessura de gordura medida entre a 12^a e 13^a costela, P8: espessura de gordura medida na garupa, entre o flio e ísqueo, PE: perímetro escrotal.

Figueiredo et al. (2000) estudaram animais da raça Nelore com idade média de 17 meses e encontraram valores médios de 42,57cm² e 2,41mm 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 estas características referem-se, na maioria dos casos, a animais *Bos taurus* criados em regime de semi-confinamento e confinamento o que, de certa forma, dificulta a comparação e discussão dos resultados aqui obtidos.

O resultado médio obtido para a característica PE (22,96cm) está bem próximo aos valores encontrados na literatura para esta característica em idades padronizadas (15 e 18 meses).

Supõe-se que na raça Nelore e em outras raças zebuínas, conforme mencionado por Figueiredo et al. (2000), devido à gordura de cobertura apresentar menor espessura, é possível que haja maiores erros na medição, o que possivelmente aconteça com menor frequência em taurinos. Isso sugere o desenvolvimento de equipamentos mais sensíveis para avaliação de bovinos com espessura de gordura muito pequena.

Avaliando-se EG e P8, as médias observadas foram de 1,40 e 1,84mm, respectivamente. Observou-se que, sem suplementação alimentar na fase de terminação, fica difícil atingir os requisitos mínimos de peso e espessura de gordura de cobertura para abate. É necessário aplicar a seleção baseada nestas

características, considerando que para abate exige-se que a carcaça tenha de 4,0 a 5,0mm de gordura de cobertura. Essa suplementação não necessariamente seria em regime de confinamento, bastando para tal que os animais tenham acesso aos pastos com suplementação protéica e energética. Observando a Tabela 1, nota-se que existem animais que alcançam esse requisito mínimo de peso e 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; VAN VLECK; HUNSLEY, 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) também estimaram valores de coeficientes de herdabilidade moderados para AOL (0,29 e 0,35). 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 nesses trabalhos foram utilizados diferentes métodos e metodologias para a estimação dos componentes de (co) variância e dos parâmetros genéticos.

Desta maneira, verifica-se que as estimativas de herdabilidades 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 são importantes em programas de melhoramento genético com a raça Nelore.

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

Características	Média	Moda	Mediana	σ_k^2	DP	IC	
AOL	σ_a^2	26,14	25,17	26,18	8,00	2,83	20,48-31,80
	σ_e^2	19,40	14,79	14,38	2,91	1,70	16,00-22,80
	h_d^2	0,64	0,65	0,64	0,002	0,050	0,54-0,74
EG	σ_a^2	0,08	0,07	0,08	0,0002	0,016	0,048-0,112
	σ_e^2	0,11	0,11	0,11	0,0001	0,011	0,088-0,132
	h_d^2	0,41	0,32	0,41	0,0049	0,070	0,27-0,55
P8	σ_a^2	0,37	0,36	0,37	0,0021	0,046	0,278-0,462
	σ_e^2	0,20	0,18	0,20	0,0008	0,028	0,144-0,256
	h_d^2	0,65	0,61	0,66	0,0036	0,06	0,53-0,77
PE	σ_a^2	452,54	456,68	453,32	2041,5	45,18	362,18-542,90
	σ_e^2	284,00	283,98	283,48	767,8	27,71	228,58-339,42
	h_d^2	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 fílo e ísquio, PE: perímetro escrotal. σ_a^2 : variância genética aditiva, σ_e^2 : variância residual, h^2 : herdabilidade, σ_k^2 : variância entre as amostras, DP: desvio-padrão e IC: intervalo de confiança.

Quanto ao componente ambiental que influencia as características de carcaça, o modelo utilizado foi eficiente para estimação também desses parâmetros não genéticos. Robinson, Hammond e McDonald (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, nesta ordem. Estimativas de herdabilidades de, respectivamente, 0,11 e 0,29, para EG e AOL, foram encontradas por Moser, Bertrand e Misztal (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 herdabilidades 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 herdabilidades de 0,40 e 0,14, respectivamente, para AOL e EG 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; WILSON, 1992; YOKOO et al., (2008), que mostraram valores de herdabilidade variando de média a alta para características de carcaça em geral.

Isto significa que as variações destas características entre os indivíduos de determinada raça e população se devem em parte a diferenças genéticas aditivas e, se existem diferenças genéticas aditivas entre os indivíduos, 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) para os 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. Essa verificação vem ao encontro do fato dessas características apresentarem altos coeficientes de variação.

O método GS possibilitou a obtenção de distribuições posteriores para as variâncias e parâmetros genéticos estudados, enquanto o método REML fornece valores pontuais. Na Tabela 2, verifica-se ainda os valores estimados para médias, medianas e modas dos parâmetros das características estudadas, obtidas das densidades posteriores dos componentes de (co) variância e parâmetros genéticos. Avaliando estes valores, que possibilitam

maior conhecimento das densidades posteriores, percebe-se que as distribuições estão bem próximas da distribuição normal.

Os valores de variância das amostras (σ^2_k) foram baixos para todas as características em estudo. Estes 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, Lôbo e Famula (2000), que verificaram que quanto maior o número de amostras obtidas menor a variância entre elas.

Na Tabela 3 são apresentadas estimativas de componentes de (co) variância e parâmetros genéticos das características de carcaça e do perímetro escrotal, obtidas em análise bicaráter que

permite obter informação sobre a correlação genética existente entre elas. Esta informação é de grande valia para os 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; FERRAZ; SILVA, 1996). 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 de carcaça e do perímetro escrotal, obtidas através de análise bicaráter, empregando metodologia GS.

Característica		σ^2_{a1}	σ_{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 12^a e 13^a costela, P8: espessura de gordura medida na garupa, entre o fílo e ísquio. σ^2_{a1} : variância genética aditiva da característica 1, σ_{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 herdabilidades 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, Hammond e Mackinnon (1991), isto 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 musculabilidade e melhor acabamento,

simultaneamente. Entretanto, Lôbo et al. (2004), também avaliando dados de carcaça de animais da raça Nelore, observaram correlação genética negativa entre a espessura de gordura subcutânea entre as 12^a e 13^a costelas e a musculabilidade da carcaça. Neste caso, a seleção para o incremento no rendimento de carcaça promoveria diminuição na espessura de gordura de cobertura que, segundo Ferraz et al. (2004) e Yokoo et al. (2008), é uma das características que deve ser melhorada para tornar o Nelore mais competitivo.

A biologia de desenvolvimento das características AOL e EG segue uma regra geral 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; LOCATELI; GROSSKLAUS, 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 esta 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; PELTON; CROSS, 1990; 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, Pelton e Cross (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

O método da Amostragem de Gibbs possibilitou a estimação de distribuições posteriores dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos, mostrando ser um método apropriado para utilização em dados de campo, desde que respeitados os requerimentos de sua implementação. O método permitiu ainda a visualização das distribuições das estimativas de herdabilidade e de correlações genéticas, o que não ocorre nos métodos frequentistas comumente utilizados.

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

Os resultados não permitem afirmar que as correlações genéticas entre características de carcaça e perímetro escrotal devam ser consideradas como um critério de seleção nos programas de melhoramento de bovinos da raça Nelore. No entanto, sugerem que existe uma associação positiva entre as mesmas, 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 esta característica.

ABSTRACT: The objective with this study was to evaluate the Gibbs Sampling (GS) method as a tool to estimate the components of (co) variance and genetic parameters for carcass and reproductive: Longissimus muscle area (AOL); fat thickness between the 12th and 13th ribs (EG); rump fat thickness (P8); and scrotal circumference (SC) in animals of the Nelore breed. The dataset contained 1.697 males, born from 2000 to 2003, sired by 74 different sires, and 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, SC 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 PE (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. Genetic correlation estimates between SC and AOL was moderate to high (0.25). The GS method generated the posterior densities of (co)variance components and genetic parameters, being appropriate to be used in field data. The traits AOL and EG measured by ultrasound showed an amount of additive genetic variability enough to be recommend as selection criteria in genetic improvement programs.

KEYWORDS: Carcass. Genetic Parameters. Gibbs Sampling. Nelore. Scrotal circumference. Ultrasound.

REFERÊNCIAS

- 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.; 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 ULTRA-SONOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO DA CARÇAÇA BOVINA, 1., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: EDUSP, 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. **Anais...** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. p. 385-387. Disponível em: <<http://www.sbmaonline.org.br>>. Acesso em: 10/01/10.
- 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**, Champaign, 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, 2004. 122 p.
- 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**, Jokioinen, 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: Embrapa Cerrados, 2001. 50 p. (Documentos / Embrapa Cerrados).
- MEYER, K.; HAMMOND, K.; MACKINNON, M. J. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, 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**, Champaign, 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**, Champaign, 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, 12., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: ANCP, 2003. p. 1-11. 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**, Champaign, 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.; LÔBO, R. B. Melhoria genética da carcaça em gado zebuino. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES, 12., Ribeirão Preto, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: ANCP, 2003. p. 1-12.

SAS Institute Inc. SAS/STATTM. **SAS user's guide for windows environment**: 8. 2 ed. Cary, NC, SAS Institute, 2001. 842 p.

PELTON, J. W.; L. S.; CROSS, H. R. Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, 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**, Champaign, v. 7, n. 3, p. 973-983, 1992.

WILSON, D. E. Laboratório centralizado de interpretação de imagens. In: WORKSHOP DE ULTRASONOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO DE CARCAÇA BOVINA, 1., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: EDUSP, 2004. p. 1-15.

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**, Amsterdam, v. 117, n. 2, p. 147-154, 2008.