

## ARTIGO



## AUTORES:

Carolina Carvalho Brcko<sup>1</sup>

Cláudio Vieira de Araújo<sup>2</sup>

Simone Inoe Araújo<sup>2</sup>

Francisco Palma Rennó<sup>3</sup>

Cintia Righetti

Marcondes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará,  
66075-110, Belém, PA, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Mato  
Grosso, 78550-000, Sinop, MT,  
Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Nutrição e  
Produção Animal da Faculdade de  
Medicina Veterinária e Zootecnia  
da USP, 13635-900,  
Pirassununga, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Embrapa Amazônia Oriental,  
66095-100, Belém, PA, Brasil.

Recebido: 16/06/2009

Aprovado: 20/02/2010

## AUTOR CORRESPONDENTE:

Carolina Carvalho Brcko  
Email: carolbrcko@gmail.com

## PALAVRAS-CHAVE:

Correlação genética,  
Herdabilidade,  
Inferência Bayesiana.

## KEY WORDS:

Bayesian inference,  
Genetic correlation,  
Heritability.

## *Estimação de parâmetros genéticos da produção leiteira e idade ao primeiro parto de vacas Pardo-Suíças por meio de inferência bayesiana*

### *Estimation of the genetic parameters of milk production and age at first birth of brown swiss cows using bayesian inference*

**Resumo:** Estimou-se a herdabilidade e a correlação genética para a produção de leite na primeira lactação (PL) e idade ao primeiro parto (IPP) de animais da raça Pardo-Suíça. Foram utilizados registros de 2.981 lactações, com partos ocorridos entre os anos de 1980 a 2002. Na estimação dos componentes de (co) variâncias foi utilizada a inferência Bayesiana, por meio de amostrador de Gibbs, com tamanho de cadeia de 1.500.000 rounds e período de queima de 500.000 rounds. A frequência de amostragem foi de 500 rounds. As médias estimadas para produção de leite e idade ao primeiro parto foram iguais a  $5.347,47 \pm 1.849,13$  kg e  $29,65 \pm 4,51$  meses, respectivamente. As estimativas de herdabilidade obtidas para a produção de leite e idade ao primeiro parto foram iguais a 0,23 e 0,18, respectivamente. A correlação genética entre elas foi igual a -0,31. As herdabilidades obtidas para as características de desempenho avaliadas indicam que ganhos genéticos satisfatórios podem ser obtidos no melhoramento para essas características e que a seleção simultânea para ambas as características pode ser realizada.

**Abstract:** The aims of this study were to estimate the heritability and genetic correlation between milk yield (MY) and age at first calving (AFC) in Brown Swiss cows, calving between 1980 and 2002, amounting 2,981 lactations. Bayesian inference was used to estimate the components of (co) variance by way of Gibbs sampling, with a chain size of 1,500,000 rounds and a burn-in of 500,000 rounds. The frequency of sampling was 500 rounds. The estimated averages for milk yield and age at first calving were  $5347.47 \pm 1849.13$  kg and  $29.65 \pm 4.51$  months respectively. The heritability estimates obtained for the milk yield and age at first calving were 0.23 and 0.18, respectively. The genetic correlation was -0.31. The heritability estimates indicate that genetic advantages may be obtained by selection and that both traits should be considered by breeding programs for Brown Swiss cows.

## 1 Introdução

A eficiência da seleção em um programa de melhoramento está intimamente relacionada ao progresso genético a ser obtido e baseia-se na utilização de critérios adequados de avaliação dos animais que se aproximem o máximo possível do resultado obtido com os verdadeiros valores genéticos dos animais (COSTA et al., 2000).

Métodos Bayesianos têm sido utilizados para estimação dos componentes de covariância e dos parâmetros genéticos para avaliação genética de animais (FALCÃO et al., 2006) e permitem a análise de grandes conjuntos de dados, não requerem soluções para as equações de modelos mistos e propiciam estimativas diretas e acuradas dos componentes de covariância e dos parâmetros genéticos das características de interesse.

A inferência Bayesiana conduz a resultados divergentes da inferência frequentista em situações em que a amostra é reduzida. Nessa situação, a informação *a priori* contribui, junto com a informação proveniente dos dados, para a formação da informação *a posteriori*. Em amostras maiores, a informação proveniente dos dados apresenta maior contribuição na formação da informação *a posteriori*.

Frequentemente, a produção de leite é a principal característica considerada nos programas de seleção de bovinos leiteiros. No entanto, o antagonismo entre produção de leite e eficiência reprodutiva tem sido abordado por vários autores, em que fica constatada a queda da eficiência reprodutiva à medida que ocorre o aumento da produção de leite (BAGNATO; OLTENACU, 1994).

Balieiro et al. (2003) afirmaram que, até recentemente, a produção de leite e as características reprodutivas eram estudadas separadamente, porém a importância e o grau de associação entre elas, como indicadoras de eficiência do processo produtivo, resultaram no aparecimento de maior número de trabalhos sobre o assunto, sendo que a maioria dos estudos realizados sob clima temperado tem revelado efeito adverso da produção de leite sobre a performance reprodutiva de vacas de alta produção.

A idade ao primeiro parto é indicador de precocidade sexual da matriz e está diretamente relacionada com a taxa de crescimento do animal, sendo um parâmetro de expressiva importância econômica por estar relacionada com o início da vida produtiva da matriz, influencia os custos de reposição das matrizes, além de estar associada ao intervalo de gerações e, conseqüentemente, com o ganho pela

seleção de matrizes.

Em sistemas específicos destinados à exploração de leite, matrizes que apresentam boa produção leiteira, com reduzida idade ao primeiro parto e reduzidos intervalos de partos, produzirão mais crias e serão mais produtivas ao longo de suas vidas e, conseqüentemente, serão animais mais lucrativos para os sistemas de produção de leite.

A determinação das características que devem ser avaliadas, assim como das associações entre elas, é fundamental para se estabelecerem as estratégias para obtenção do maior ganho possível.

O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para a produção de leite e idade ao primeiro parto em vacas da raça Pardo-Suíça, criadas no Brasil, utilizando inferência Bayesiana por meio do amostrador de Gibbs.

## 2 Material e Métodos

Foram utilizados 2.981 registros referentes às produções de leite e idade ao parto em primeiras lactações de vacas da raça Pardo-Suíça. Os registros são provenientes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação Brasileira de Criadores de Gado Pardo-Suíço, com os partos ocorridos entre os anos de 1980 e 2002.

A análise utilizada para obtenção de componentes de covariância, levando-se em conta a distribuição conjunta das características, empregou o seguinte modelo:

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

Sendo:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix}, \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix}, \quad a = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}, \quad e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

Onde:  $y_1$  = produção de leite na primeira lactação e  $y_2$  = idade da vaca ao primeiro parto, onde:  $Y_i$  = vetor  $n_i \times 1$ , de  $n_i$  observações da produção  $i$ ;  $i$  = produção de leite ou idade ao primeiro parto;  $x_i$  = matriz  $n_i \times f$ , de incidência de níveis dos efeitos fixos;  $z_i$  = vetor  $f \times 1$ , de efeitos fixos;  $Z_{ai}$  = matriz diagonal  $n_i \times N_i$ , de incidência dos valores genéticos;  $a_i$  = vetor  $N_i \times 1$ , de valores genéticos de cada animal;  $e_i$  = vetor de resíduos da mesma dimensão de  $y_i$ .

Admitindo-se que  $y$ ,  $a$  e  $e$  tenham distribuição normal multivariada,

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ \phi \\ \phi \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} Z_a G Z_a' + Z_p P Z_p' + R & Z_a G & R \\ & G Z_a & G & \phi \\ & R & \phi & R \end{bmatrix} \right\}$$

tem-se que  $G=A \otimes G_0$  e  $R= I_n \otimes R_0$ , sendo:  $A$ = matriz de numerador do coeficiente de parentesco entre os indivíduos, de ordem igual ao número total de indivíduos ( $N$ );  $G_0$ = matriz  $q \times q$ , de variância e covariância genética aditiva entre as  $q$  características; e  $\otimes$  = operador produto direto (SEARLE, 1966).

$$G_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a11}^2 & \sigma_{a12} \\ \sigma_{a21} & \sigma_{a22}^2 \end{bmatrix},$$

em que  $\sigma_{aii}^2$  representa a variância genética aditiva da característica  $i$ , e  $\sigma_{aij}$ , covariância genética aditiva entre as características  $i$  e  $j$  é a matriz identidade, de ordem  $n$  e

$$R_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{e11}^2 & \sigma_{e12}^2 \\ \sigma_{e21}^2 & \sigma_{e22}^2 \end{bmatrix},$$

onde  $\sigma_{eii}^2$  e  $\sigma_{eij}^2$  são variância e covariância residual entre as características  $i$  e  $j$ ;  $I_n$ .

A densidade, *a priori* plana, foi assumida para os elementos de  $\beta$ , por refletir a falta de conhecimento sobre os parâmetros de locação de efeitos “fixos”. Para os valores genéticos, foram assumidas distribuições, inicialmente, normais multivariadas, assim como para os componentes de covariâncias, foram assumidas distribuições Wishart invertidas. Se  $W$  é uma variável aleatória com distribuição de Wishart Invertida, sua função densidade de probabilidade é definida como:

$$f(T | T_0, v) \propto |T|^{-1/2(v+m+1)} \times \exp[\text{Tr}(-1/2T_0^{-1} T^{-1})],$$

com  $T_0$  sendo a matriz de parâmetro de escala de ordem  $qxq$ , positiva definida, e  $v$  o parâmetro de escala, associado ao grau de confiança, possibilitando o formato da distribuição dos componentes.

A análise utilizou a inferência Bayesiana, por meio de amostrador de Gibbs, utilizando o aplicativo MTGSAM (Van TASSEL; Van VLECK, 1995).

Foram utilizados 100 rounds no máximo, no processo de interação de Gauss-Seidel, para iniciar a cadeia, com critério de convergência para a variância do simplex de  $10^{-3}$ . Foi estipulado tamanho de cadeia de 1.500.000 rounds, com período de aquecimento (Burn In) de 500.000 e frequência de amostragem de 500 rounds.

### 3 Resultados e Discussão

As médias e desvios-padrão para a produção de leite (PL) e idade ao primeiro parto (IPP) de vacas da raça Pardo-Suíça foram iguais a  $5.373,47 \pm 1.849,13$ kg e  $29,65 \pm 4,51$  meses, respectivamente.

Os componentes de covariâncias para a produção de leite e idade ao primeiro parto podem ser observados na Tabela 1. Verifica-se que as estimativas de componentes de covariâncias apresentaram baixa amplitude para o intervalo de credibilidade, indicando que o tamanho da cadeia de Gibbs foi suficiente para gerar as médias posteriores.

Notam-se, nas Figuras 1 e 2, os ciclos no processo de geração das cadeias para os componentes de variância genética, aditivas e residuais, para a produção de leite e idade ao primeiro parto. Observa-se que os valores se mantiveram com o mesmo comportamento ao longo da cadeia, indicando que o tamanho da cadeia foi suficiente para gerar as médias posteriores. A correlação serial entre os valores gerados na formação da cadeia, sem o período de descarte, foi igual a 0,32 e 0,35 para a produção de leite e idade ao primeiro parto, respectivamente.

**Tabela 1** – Estimativa de médias posteriores, desvio-padrão (DP) e intervalo de credibilidade para os componentes de covariâncias para produção de leite e idade ao primeiro parto em vacas da raça Pardo-Suíça do Brasil.

| Variâncias        | Média     |          | Intervalo de credibilidade |                 | Percentis |           |            |
|-------------------|-----------|----------|----------------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|
|                   | Posterior | D.P.     | Limite inferior            | Limite superior | 25        | 50        | 75         |
| $\sigma_{pl}^2$   | 279588,46 | 50927,70 | 278009,75                  | 281167,18       | 243711,70 | 277983,00 | 312213,85  |
| $\sigma_{pl,ivp}$ | -306,32   | 139,53   | -310,64                    | -301,99         | -399,40   | -309,38   | -215,79    |
| $\sigma_{ivp}^2$  | 3,40      | 0,76     | 3,38                       | 3,42            | 2,85      | 3,36      | 3,87       |
| $\sigma_{pl}^2$   | 979790,91 | 45111,28 | 978392,50                  | 981189,32       | 949072,23 | 980220,29 | 1010381,30 |
| $\sigma_{pl,ivp}$ | 695,68    | 124,80   | 691,82                     | 699,55          | 612,03    | 697,77    | 781,60     |
| $\sigma_{ivp}^2$  | 14,64     | 0,68     | 14,62                      | 14,66           | 14,18     | 14,64     | 15,11      |

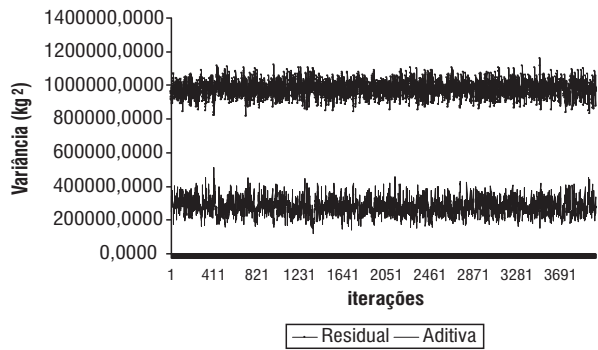


Figura 1 - Histórico das iterações das médias posteriores de componentes de variâncias para produção de leite (kg).

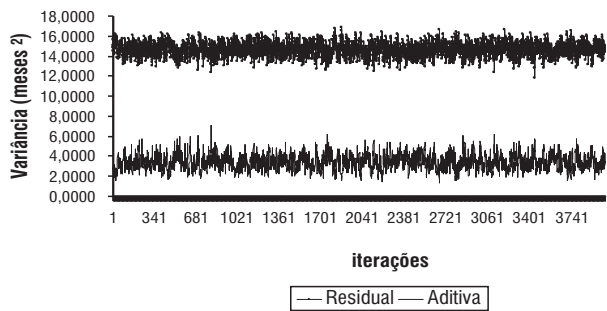


Figura 2 - Histórico das iterações das médias posteriores de componentes de variâncias para a idade ao primeiro parto (meses).

As estimativas de herdabilidade (Tabela 2) para a produção de leite e idade ao primeiro parto indicam a existência de variabilidade genética possível de ser utilizada em um programa de seleção genética.

Verificam-se, nas Figuras 3 e 4, os ciclos no processo de geração das cadeias para os componentes de variância genética, aditivas e residuais, para a produção de leite e idade ao primeiro parto. Nas figuras 5 e 6 são exibidas as frequências das médias posteriores de herdabilidade para a produção de leite e idade ao primeiro parto. Enquanto na primeira característica a distribuição foi simétrica, já para a idade ao primeiro parto houve assimetria dos valores em sua distribuição em torno da média.

Tabela 2 - Estimativa de parâmetros genéticos (herdabilidade e correlação genética) para produção de leite (PL) e idade ao primeiro parto (IPP) em vacas da raça Pardo-Suíça.

| Parâmetros       | Herdabilidade |        | Correlação              |
|------------------|---------------|--------|-------------------------|
|                  | PL            | IPP    |                         |
| <b>Genéticos</b> |               |        | <b>Genética aditiva</b> |
| Média            | 0,2200        | 0,1800 | -0,31                   |
| Desvio-padrão    | 0,0300        | 0,0400 | 0,13                    |
| Mínimo           | 0,0900        | 0,0700 | -0,72                   |
| Máximo           | 0,3800        | 0,3600 | 0,25                    |
| Limite inferior  | 0,2204        | 0,1868 | -0,32                   |
| Limite superior  | 0,2227        | 0,1892 | -0,31                   |

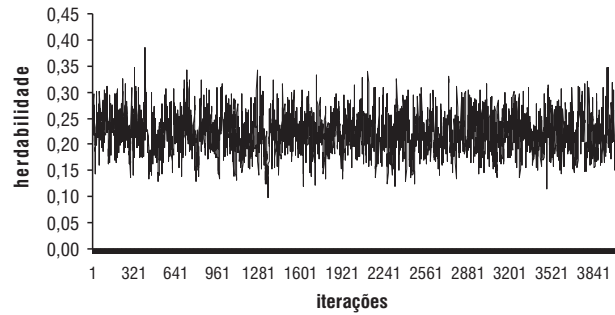


Figura 3 - Histórico das iterações das médias posteriores de herdabilidade para a produção de leite.

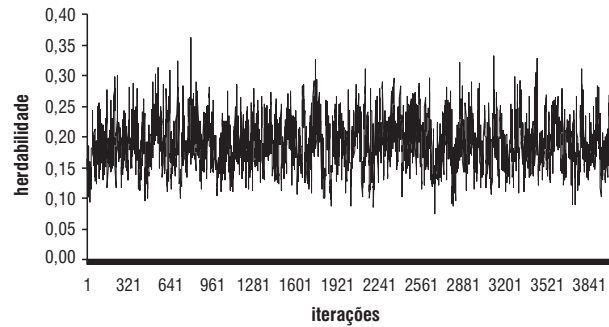


Figura 4 - Histórico das iterações das médias posteriores de herdabilidade para a idade ao primeiro parto.

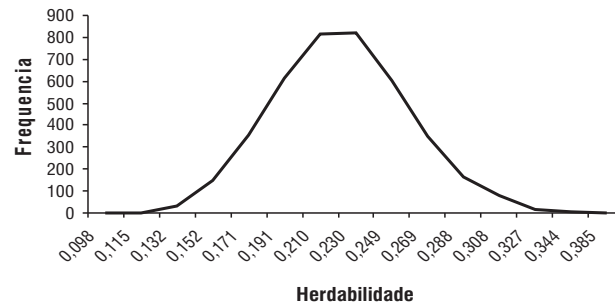


Figura 5 - Frequência das médias posteriores de herdabilidade para a produção de leite.

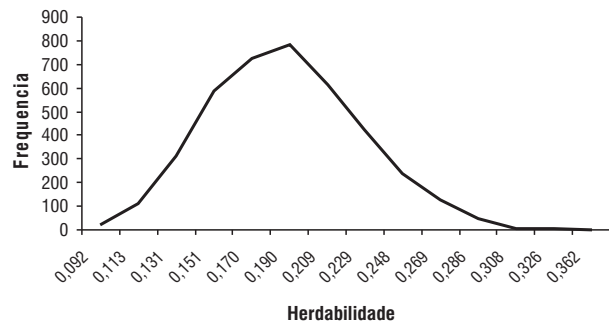


Figura 6 - Frequência das médias posteriores de herdabilidade para a idade ao primeiro parto.

Com relação às estimativas de herdabilidade obtidas neste estudo, o elevado estimado para a idade ao primeiro parto (0,18) vem reforçar os resultados relatados por Lôbo, Madalena e Vieira (2000), que encontraram herdabilidade média de 0,21, em

94 trabalhos revisados no ambiente tropical, o que comprova a existência de variação genética para essa característica. Torres et al. (1999), Balieiro et al. (2003) e Weber et al. (2005) também encontraram coeficientes semelhantes de herdabilidade para produção de leite. Por outro lado, Matos et al. (1997) estimaram coeficientes superiores.

Verifica-se que a correlação entre as duas características foi negativa, sugerindo que parte dos genes de ação aditiva, que atuam em aumentar a precocidade sexual, causa aumento na produção de leite na primeira lactação, ou seja, filhas de touros com alto valor genético para produção de leite tendem a transmitir, em parte, precocidade sexual em suas proles em idades.

Valores negativos para correlação genética entre as duas características foram encontrados por Balieiro (1997), Lôbo, Madalena e Vieira (2000) e Balieiro et al. (2003). Resultados opostos, no entanto, foram constatados por Abubakar et al. (1987) e Rege (1991).

Assim, pode-se afirmar que a seleção para produção de leite contribui, mesmo que em menor magnitude, em novilhas parindo mais cedo, o que está de acordo com os resultados apresentados por Seykora e McDaniel (1983) e Raheja et al. (1989).

#### 4 Conclusão

A presença de variabilidade genética indica que as características podem ser utilizadas como critério de seleção, por meio da seleção simultânea de ambas, promovendo a melhoria da eficiência do sistema de produção como um todo, como consequência de ganhos diretos sobre a produção de leite e idade da vaca ao parto, levando-se em conta apenas a idade ao primeiro parto.

Os resultados encontrados indicam que a inferência Bayesiana é apropriada na construção de estimativas em eventos de natureza biológica, como o caso do melhoramento genético animal.

#### Referências

ABUBAKAR, B.Y., McDANIEL, R.E., VAN VLECK, L.D., CABELLO, E. 1987. Phenotypic and genetic parameters for Holsteins in Mexico. *Trop. Agricult.*, 64(1):23-26.

BAGNATO, A.; OLTENACU, P.A. Phenotypic evaluation of fertility traits and their association with milk production of Italian Friesian Cattle. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.3, p.874-882, 1994.

BALIEIRO, E.S.; PEREIRA, J.C.C.; VERNEQUE, R.S.; BALIEIRO, J.C.C.; VALENTE, J. Estimativas de herdabilidade e correlações fenotípicas, genéticas e de ambiente entre algumas características reprodutivas e

produção de leite na raça Gir. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.1, p.85-91, 2003.

BALIEIRO, J.C.C. *Aspectos genéticos e fenotípicos em características produtivas e reprodutivas do rebanho leiteiro da Universidade Federal de Viçosa*. Viçosa, MG: UFV, 1997. 109f.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

COSTA, C.N.; BLAKE, R.W.; POLLAK, E.J.; OLTENACU, P.A.; QUAAS, R.L.; SEARLE, S.R. Genetic analysis of Holstein cattle populations in Brazil and United States. *Journal of Dairy Science*, v.83, n.12, p.2963-2974, 2000.

FALCÃO, A.J.daS.; MARTINS, E.N.; COSTA, C.N.; SAKAGUTI E, S.; MAZUCHELI, J.; Heterocedasticidade entre estados para produção de leite em vacas da raça Holandesa usando métodos bayesianos via amostrador de Gibbs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.405-414, 2006.

LÔBO, R.N.B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R.; 2000: Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. *Anim. Breed. Abst.* 68: 433-462.

MATOS, R.S.; RORATO, P.R.N.; FERREIRA, G.B.; RIGON, J.L.; Estudos dos efeitos genéticos e de meio ambiente sobre a produção de leite e gordura da raça Holandês no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Ciência Rural*, v.27, n.3, p.465-471, 1997.

RAHEJA, K.L.; BURNSIDE, E.B.; SCHAEFFER, L.R.; Heifer fertility and its relationship with cow fertility and production traits in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.72, n.10, p.2665-2669, 1989.

REGE, J.E.O.; Genetic analysis of reproductive and productive performance of Friesian cattle in Kenya: I. Genetic and phenotypic parameters. *Journal of Animal Breeding Genetic*, v.108, p.412-423, 1991.

SEARLE, A.G.; Private communication. *Mouse News Letter*, v.34, n.28, 1966.

SEYKORA, A.J.; Mc DANIEL, B.T.; Heritabilities and correlations of lactation yields and fertility for Holsteins. *Journal of Dairy Science*, v.66, n.7, p.1486-1493, 1983.

TORRES, T.R.; BERGMAN, J.A.G.; COSTA, C.N.; PEREIRA, C.S.; VALENTE, J.; PENNA, V.M.; FILHO, R.A.T.; ARAÚJO, C.V.; Ajustamento para heterogeneidade de variância para produção de leite entre rebanhos da raça Holandesa no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.2, p.295-303, 1999.

Van TASSEL, C.P.; Van VLECK, D.L.; *A manual for use of MTGSAM*. A set of Fortran programs to apply Gibbs sampling to animal models for variance component estimation (DRAFT). Lincoln: Department of Agriculture Research Service, 1995. 86p.

WEBER, T.; RORATO, P.R.N.; FERREIRA, G.B.B.; BOLIGON, A.A.; GHELLER, D.G.; GUTERRES, L.F.W.; Coeficientes de herdabilidade e correlações genéticas para as produções de leite e de gordura, em diferentes níveis de produção, para a raça Holandesa no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.514-519, 2005.