



Estimação de parâmetros genéticos na produção leiteira em bovinos girolando

Estimation of genetic parameters in dairy production in girolando cattle

Marina Mortati Dias Barbero^{1*} , Nicolli Maia Fort¹ , Érica Beatriz Schultz¹ , Ana Lúcia Puerro de Melo¹ ,
André Morais Moura¹ 

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

*Correspondente: barbero.mmd@gmail.com

Resumo

A produção de leite é uma das atividades econômicas mais importantes da agropecuária brasileira. Produtores podem usufruir de programas de melhoramento genético que permitem a identificação dos melhores animais e sua seleção para maximizar a produtividade com a melhor relação custo/benefício, além do aconselhamento do descarte de animais menos produtivos. Objetivou-se estimar a herdabilidade e repetibilidade da produção de leite corrigida para 305 dias (PL305) de um rebanho de bovinos da raça Girolando. Foram analisadas 528 lactações de 251 vacas. Para análise foi definida a distribuição uniforme a priori para efeitos sistemáticos. As distribuições de Wishart gaussiana e invertida foram definidas como distribuições a priori para efeitos aleatórios. Os componentes de variância foram estimados utilizando inferência bayesiana pela função MCMCglmm disponível no pacote MCMCglmm do software R. A convergência foi verificada pelo teste de Geweke disponível no software R. Após a obtenção dos componentes de variância foram estimados a herdabilidade e repetibilidade. A herdabilidade observada foi 0,28, o que sugere que a seleção para esta característica resultará em progresso genético eficiente no rebanho. A maior parte da variância fenotípica é devido a variância ambiental, com isso, o fenótipo dos indivíduos não é um bom indicador da variância genética aditiva. A repetibilidade foi de 0,93, indicando que o primeiro desempenho dos animais é considerado um bom indicador do segundo, podendo ser utilizadas em decisões de descarte.

Palavras-chave: herdabilidade; repetibilidade; produção de leite aos 305 dias

Abstract

Milk production is an important economic activity in Brazil. Dairy farmers would benefit from animal breeding programs that aid in identification and selection of animals with the best cost/benefit ratio to maximize productivity, and additionally provide advice on disposal of less productive animals. This study aims to estimate the heritability and repeatability of milk production corrected for 305 days (PL305) in a herd of Girolando cattle. We analyzed 528 lactations in 251 cows. For the analysis, uniform a priori distribution was defined for systematic effects. Gaussian and inverted Wishart distributions were defined as a priori distributions for random effects. The variance components were estimated based on Bayesian inference using the MCMCglmm function available in the MCMCglmm package of the R software. Convergence was verified with the Geweke test available in the R software. The heritability and repeatability were estimated from the variance component results. Heritability was at 0.28, suggesting that selection for the milk production trait leads to efficient genetic progress in the herd. Phenotypic variance was mainly due to environmental variance; therefore, the phenotype of individuals should not be considered as indicator for additive genetic variance. Repeatability was at 0.93, indicating that the first performance of the animals based on milk production average is a good indicator of the second, and the data could be used for disposal decisions.

Keywords: heritability, repeatability, 305-day milk yield

Recebido: 21 de março de 2022. Aceito: 31 de maio de 2022. Publicado: 7 de julho de 2022.



Introdução

No Brasil, o leite é um dos produtos mais importantes da agropecuária. Segundo o IBGE⁽¹⁾ o valor da produção leiteira está entre os maiores, ficando à frente de culturas tradicionais como o café. O setor lácteo apresenta extensa e complexa cadeia de valor no agronegócio brasileiro, além da diversidade de atividades e de estar presente em todo o território nacional. De acordo com a FAO⁽²⁾, o Brasil é o maior produtor de leite da América Latina e deve ocorrer um aumento na produção de leite em 1% a cada ano no Brasil devido, entre outros fatores, ao melhoramento genético animal. Devido a esta elevada produção podemos dizer que a produção de leite é essencial na geração de emprego e renda para a população, além de ser um alimento com grande valor nutricional.

Uma vez que sejam utilizadas raças especializadas e que haja ambiente adequado, o incremento da produção pode ser realizado por meio do melhoramento genético animal. Este pode ser definido como a atividade envolvida no processo contínuo de criação, seleção e acasalamento dos animais domésticos com o objetivo de alterar a frequência dos alelos, das características de interesse, na geração seguinte e na direção desejada pelo homem⁽³⁾. Controlar e acompanhar a genética dos rebanhos é uma técnica indispensável, pois com base nas informações fornecidas por este acompanhamento podem ser tomadas decisões relacionadas à seleção e descarte do rebanho, necessárias para a continuidade do melhoramento genético.

A seleção para características produtivas como a produção de leite tem grande importância para a atividade leiteira, visto que o objetivo maior da atividade e a principal fonte de renda é o volume de leite e/ou componentes do leite. Entretanto, a seleção intensa para características produtivas pode levar à diminuição da eficiência reprodutiva, assim como da resistência à doenças e, conseqüentemente, da longevidade⁽⁴⁾. Também deve ser considerado que a melhoria do potencial produtivo dos animais deve ser acompanhada de adequadas condições ambientais, sendo que, condições inadequadas podem gerar perdas em saúde e fertilidade.

A herdabilidade é um parâmetro genético usado para decisões de seleção, ela mede a influência da variação genética em relação à variação total de uma característica em uma população. A repetibilidade é utilizada para decisões de descarte, é um parâmetro genético que mede a capacidade dos indivíduos de uma população repetir certo desempenho para um caráter em diferentes manifestações do mesmo. Como a produção de leite é influenciada por fatores genéticos e ambientais, a estimativa de parâmetros genéticos para diferentes populações é essencial para o delineamento das principais decisões sobre a seleção e melhoramento genético animal.

O valor estimado para a herdabilidade de uma determinada característica de importância econômica,

como a produção de leite, é um dado importante, pois indica a existência ou não de variação genética aditiva suficiente para permitir ganhos genéticos por meio da seleção. Enquanto isto, a repetibilidade pode ser usada como ferramenta para descarte de animais, já que permite a previsão de futuros desempenhos, animais que apresentam desempenhos inferiores podem ser descartados. As estimativas dos parâmetros genéticos podem ser realizadas por meio de duas possíveis abordagens estatísticas: bayesiana e frequentista. A diferença inicial sobre esses métodos é que a análise bayesiana incorpora informações prévias na análise (priori), enquanto uma análise frequentista é conduzida pelo conjunto de dados, resultando em um P valor para teste de significância com base na máxima verossimilhança⁽⁵⁾.

Além disso, nos métodos bayesianos o tamanho amostral não é um problema para tal análise uma vez que a distribuição exata a posteriori existe para cada grande ou pequeno conjunto de dados, a partir do qual as inferências podem ser tiradas⁽⁶⁾. Nesse caso, as estimativas dos parâmetros são próximas às obtidas por métodos frequentistas baseados em funções de verossimilhança⁽⁷⁾. Vale ressaltar que, desde a proposição do seu uso na teoria do melhoramento animal, a metodologia bayesiana apresenta cada vez mais versatilidade de aplicação em análises de diferentes áreas de genética e avaliação animal⁽⁸⁻¹¹⁾.

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos, herdabilidade e repetibilidade, por meio de inferência Bayesiana, para a produção de leite ajustada aos 305 dias de lactação em uma população de bovinos leiteiros da raça Girolando no estado do Rio de Janeiro.

Material e métodos

Animais

Os registros de produção de leite de vacas mestiças (Holandês x Gir) $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ Gir, foram obtidos por testes mensais de pesagem de leite em um rebanho comercial, localizada no município de Itaperuna no estado do Rio de Janeiro. Os animais estavam sob regime alimentar semi-intensivo. Foram analisadas um total de 528 lactações de 251 vacas durante os anos de 2001 a 2020.

As informações disponíveis foram: produção de leite total por lactação (kg/lactação), média diária de produção por lactação (kg/dia), duração da lactação (dias), além dos dados referentes à genealogia e à composição racial.

Estatísticas descritivas

Para as características dias em lactação (DEL) e produção corrigida para 305 dias (PL305) foram

calculados a média aritmética, coeficiente de variação e desvio padrão. As estatísticas descritivas foram obtidas pela função HPD (High Posterior Density) do pacote MCMCglmm do software R.

Cálculo dos Parâmetros Genéticos

A característica estudada foi produção de leite aos 305 dias. Para obter a média de produção diária por animal, foi dividido a produção total do animal pelos dias em lactação do mesmo. Para isto, foram considerados somente os animais com DEL maior que 50 dias. Para o ajuste dos dados de produção aos 305 dias, as informações foram truncadas para 305 dias, sendo elas ajustadas para atingir os 305 em função da média de produção, quando maiores⁽¹²⁾. Os grupos contemporâneos (GC) foram formados pelo ano de parição (2000 a 2019) e data de nascimento (1994 a 2013). Os GC com menos de 3 animais foram excluídos da análise.

O modelo adotado para análise foi:

$$Y = X\beta + Za + Wp + e,$$

onde Y é um vetor da característica observado; X é a matriz de incidência de efeitos sistemáticos; β é o vetor de efeitos sistemáticos (grupo contemporâneo e grau de sangue); Z é a matriz de incidência de efeitos aleatórios genéticos aditivos; a é um vetor de efeitos aleatórios genéticos aditivos; W é a matriz de incidência dos efeitos de ambiente permanente, p é o vetor dos efeitos de ambiente permanente e e é um vetor de efeitos do erro aleatório.

Para análise foi definida a distribuição uniforme a priori para efeitos sistemáticos (β). As distribuições de Wishart gaussiana e invertida foram definidas como distribuições a priori para efeitos aleatórios.

Os componentes de variância foram estimados utilizando inferência bayesiana pela função MCMCglmm disponível no software R pacote MCMCglmm⁽¹³⁾. A análise consistiu em uma única cadeia com 500.000 ciclos, com um *burn-in* conservativo de 100.000 ciclos e *thin* com intervalos de 10 ciclos. A convergência foi verificada pelo teste de Geweke⁽¹⁴⁾ disponível no pacote boa (*Bayesian Output Analysis Program*) do software R⁽¹⁵⁾.

A herdabilidade foi calculada a partir da seguinte equação:

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2},$$

onde: σ_A^2 é a variância genética aditiva e σ_P^2 é a variância fenotípica.

A repetibilidade foi calculada pela equação:

$$t = r = \frac{\sigma_A^2 + \sigma_{PE}^2}{\sigma_P^2},$$

onde: σ_{PE}^2 é a variância genética aditiva, σ_P^2 é a variância de ambiente permanente.

O intervalo de credibilidade a 95% de probabilidade foi obtido pela função HPD do pacote MCMCglmm do software R.

Resultados e Discussão

As informações genealógicas forneceram uma relação baseada em linhagem matriz abrangendo pelo menos duas gerações. A estrutura dos dados é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos dados e análise descritiva para dias em lactação (DEL) e produção de leite aos 305 dias (PL305) para vacas da raça Girolando

| Característica | N | Média | SD | CV(%) |
|----------------|-----|---------|---------|-------|
| DEL (dias) | 444 | 288,61 | 75,12 | 26,02 |
| PL305 (kg) | 444 | 6002,63 | 1931,06 | 32,17 |

N: Número de observações na variável; SD: desvio padrão; CV: coeficiente de variação

As médias obtidas das características DEL e PL305 apresentam-se dentro do intervalo disponibilizado em Silva et al.⁽¹⁶⁾, de animais da raça Girolanda, com diferentes composições raciais (1/4 a 7/8 Hol:Gir), em 1.726 rebanhos no período de 2000 a 2020 para a característica supracitada. O valor da média da PL305 se encontra superior aos resultados encontrados por Canaza-Cayo et al.⁽¹⁷⁾, onde foi calculada média para a primeira, segunda e terceira lactação de vacas Girolando, com diferentes composições raciais (1/4 a 7/8 Hol:Gir), os resultados encontrados foram 3937kg, 4237kg, 4471 kg, respectivamente.

As oscilações na média de produção comparadas a literatura podem ser devido a diferenças das composições genéticas dos animais utilizados. Como apontado por Daltro⁽¹⁸⁾ a composição racial afetou a média de produção até os 305 dias em vacas Girolando, sendo a produção leiteira maior para vacas com maior proporção de genes Holandês de 7/8 até meio sangue.

Os resultados dos parâmetros genéticos estimados neste trabalho, herdabilidade e repetibilidade, para a característica PL305 estão apresentados na Tabela 2. Os valores de repetibilidade e herdabilidade foram significativos, ou seja, os intervalos de credibilidade não contemplam o zero, confirmando que estas características podem ser usadas para seleção de animais mestiços Girolando.

Tabela 2. Parâmetros Genéticos estimados para a produção de leite aos 305 dias (PL305)

| Parâmetro | HPD | | | |
|----------------------|------------|---------------|----------|---------|
| | Média | Desvio-Padrão | Mínimo | Máximo |
| Variância aditiva | 834541,71 | 241478,3 | 385959,3 | 1311269 |
| Variância permanente | 1907823,04 | 566740,3 | 525,0613 | 2429629 |
| Variância residual | 185482,14 | 537126,4 | 1,771331 | 1845417 |
| h^2_{PL305} | 0,2828 | 0,069 | 0,1506 | 0,4199 |
| t_{PL305} | 0,9363 | 0,1841 | 0,3663 | 0,962 |

h^2 : herdabilidade; t : repetibilidade. HPD: intervalo de credibilidade a 95% de confiança

O principal uso da repetibilidade é para prever a futura produção de um animal baseado em uma ou mais produções anteriores, sendo utilizada para decisões de descarte animal (19). A repetibilidade indica a importância relativa do genótipo e do ambiente permanente na manifestação do caráter. De acordo com a classificação apresentada por Mota⁽¹⁹⁾ os valores de repetibilidade reportados na literatura variam de magnitude moderada a alta, 0,37 a 0,53⁽¹⁹⁻²²⁾.

O valor encontrado para a repetibilidade da PL305 foi superior ao reportado na literatura, aproximadamente 0,93. Uma possível causa para a alta magnitude do valor de repetibilidade encontrado pode ser devido ao fato de todos os animais avaliados pertencerem ao mesmo rebanho, o que proporciona maior homogeneidade de efeitos de origem ambiental. Logo, de acordo com a repetibilidade estimada, pode-se afirmar que há grande potencial dos animais em repetirem o mesmo desempenho para produção de leite em lactações futuras, ou seja, o primeiro desempenho dos animais é considerado um bom indicador do segundo. Com isso, podemos tomar decisões de descarte dos animais deste rebanho com base na capacidade mais provável de produção (CMPP), a partir da CMPP é possível prever o próximo desempenho do indivíduo baseado na sua média de produção, média do rebanho e repetibilidade da característica.

O valor aproximado de 0,28 encontrado para a herdabilidade de PL305 é de magnitude moderada e indica a existência de variação genética aditiva suficiente para permitir ganhos genéticos por meio da seleção. Resultados de magnitude moderada para herdabilidade variando entre 0,21 a 0,31 são reportados na literatura para bovinos da raça Girolando^(17,20,23), similar ao demonstrado para o rebanho em estudo. Canaza-Cayo et al.⁽¹⁷⁾ estimaram herdabilidade em bovinos Girolando em diferentes épocas da lactação e as estimativas foram baixas no início da lactação, com valores próximos a 0,18 nos primeiros 30 dias da lactação, aumentando

gradualmente com o avanço da lactação até atingir valor máximo no dia 205 ($h^2 = 0,23$). A partir daí, decresceu gradualmente até o final da lactação com valor de 0,18 no dia 305 da lactação. Os autores acreditam que as mudanças ao longo da lactação podem ser atribuídas à variância ambiental, o que leva o intervalo de credibilidade da herdabilidade oscilar de 0,15 a 0,41. Características que possuem valores de herdabilidade de magnitude de moderado a alto terão um melhor ganho genético, ou seja, o melhoramento genético animal por meio da seleção terá uma melhor resposta.

Conclusões

As estimativas de herdabilidade para a característica PL305 em animais mestiços Girolando sugerem que a seleção para estas características levará a um eficiente progresso genético no rebanho. Pela herdabilidade ser de magnitude moderada, não podemos utilizar o valor fenotípico como indicador do valor genético aditivo, pois grande parte da variância fenotípica é devido ao ambiente. Dessa forma, decisões de seleção para a característica de produção de leite devem ser tomadas com base no valor genético dos animais. Os valores de repetibilidade para a mesma característica também indicam que o primeiro desempenho dos animais é considerado um bom indicador do segundo. Com isso, poderão ser tomadas decisões de descarte dos animais deste rebanho com base na capacidade mais provável de produção.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Contribuições do autor

Conceituação: A.M. Moura, M.M.D. Barbero e E.B. Schultz; *Curadoria de dados*: A.M. Moura; *Análise formal*: E. B. Schultz e N.M. Fort; *Metodologia*: E. B. Schultz; *Redação (esboço original)*: N.M. Fort; *Redação (revisão e edição)*: A.L. P. Melo e M.M.D. Barbero; *Supervisão*: M.M.D. Barbero.

Referências

- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Produção agropecuária [Internet]. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/br>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dairy market review. Food Agric Organ United Nations [Internet]. 2021;(April):1–13. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb7982en/cb7982en.pdf>.
- Barbosa PF. Critérios de seleção em bovinos de corte. In: Barbosa PF., Barbosa RT., Esteves SN, editors. Intensificação da Bovinocultura de Corte: Estratégias de Melhoramento Genético [Internet]. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE; 1997. p. 41–62. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/44552>
- Dobson H, Smith RF, Royal MD, Knight CH, Sheldon IM.

- The high-producing dairy cow and its reproductive performance. *Reprod Domest Anim.* 2007;42(SUPPL. 2):17–23.
5. Hackenberger BK. Bayes or not bayes, is this the question? *Croat Med J.* 2019;60(1):50–2.
 6. Breda FC, Albuquerque LG, Euclides RF, Bignardi AB, Baldi F, Torres RA, et al. Estimation of genetic parameters for milk yield in Murrah buffaloes by Bayesian inference. *J Dairy Sci* [Internet]. 2010;93(2):784–91. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2230>
 7. Aspilcueta-Borquis RR, Araujo Neto FR, Baldi F, Bignardi AB, Albuquerque LG, Tonhati H. Genetic parameters for buffalo milk yield and milk quality traits using Bayesian inference. *J Dairy Sci* [Internet]. 2010;93(5):2195–201. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2621>
 8. Beaumont MA, Rannala B. The bayesian revolution in genetics. *Nat Rev Genet.* 2004;5(4):251–61.
 9. Faria CU de, Magnabosco C de U, Reyes A de los, Lôbo RB, Bezerra LAF. Inferência bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça Nelore: Revisão bibliográfica. *Ciência Anim Bras* [Internet]. 2007;8(1):75–86. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/1161>
 10. Gianola D, Fernando RL. Bayesian methods in animal breeding theory. *J Anim Sci.* 1986;63(1):217–44.
 11. Silva FF e, Muniz JA, Aquino LH de, Sáfadi T. Abordagem Bayesiana da curva de lactação de cabras Saanen de primeira e segunda ordem de parto. *Pesqui Agropecuária Bras.* 2005;40(1):27–33.
 12. Tonhati H, Fernando M, Muñoz C, Ademir De Oliveira J, Mendes J, Duarte C, et al. Genetic parameters of milk production, fat and protein contents in buffalo milk. *Rev Bras Zootec.* 2000;29(6):2051–6.
 13. Hadfield JD. MCMCglmm: MCMC methods for multi-response GLMMs in R. *J Stat Softw* [Internet]. 2010;33(2):1–22. Disponível em: <http://www.jstatsoft.org/>
 14. Geweke J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: Bernardo JM, Berger JO, Dawid AP, Smith M. AF, editors. *Bayesian Statistics 4.* Oxford: Oxford University Press; 1992. p. 169–93.
 15. Smith BJ. boa: An R package for MCMC output convergence assessment and posterior inference. *J Stat Softw.* 2007;21(11):1–37.
 16. Silva MVGB da, Gonçalves GS, Panetto JC do C, Paiva L de C, Machado MA, Faza DR de LR, et al. Programa de Melhoramento Genético da Raça Girolando - Sumário de Touros. 1º. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite; 2021. 79 p.
 17. Canaza-Cayo AW, Cobuci JA, Lopes PS, de Almeida Torres R, Martins MF, dos Santos Daltro D, et al. Genetic trend estimates for milk yield production and fertility traits of the Girolando cattle in Brazil. *Livest Sci* [Internet]. 2016;190:113–22. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2016.06.009>
 18. Daltro D dos S, Silva MVGB da, Telo da Gama L, Machado JD, Kern EL, Campos GS, et al. Estimates of genetic and crossbreeding parameters for 305-day milk yield of Girolando cows. *Ital J Anim Sci* [Internet]. 2020;19(1):86–94. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1702110>
 19. Mota MDS. Parâmetros genéticos – Repetibilidade. *PUB-VET Publicações em Med Veterinária e Zootec.* 2010;4(17):1–16.
 20. Facó O, Lôbo RNB, Martins Filho R, Martins GA, De Oliveira SMP, Azevêdo DMMR. Additive and non-additive genetic effects on productive and reproductive traits in Holstein x Gir crossbred cows. *Rev Bras Zootec.* 2008;37(1):48–53.
 21. Facó O, Filho RM, Lobo RNB, Ribeiro Azevedo DMM, de Oliveira SMP. Efeito da redução da variação da duração de lactação na avaliação genética de bovinos leiteiros mestiços. *Rev Cienc Agron.* 2009;40(2):287–92.
 22. Gebreyohannes G, Koonawootrittriron S, Elzo MA, Suwanasopee T. Variance components and genetic parameters for milk production and lactation pattern in an ethiopian multibreed dairy cattle population. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2013;26(9):1237–46.
 23. Facó O, Filho RM, Nonato R, Lôbo B, Maria S, Oliveira P De, et al. Heterogeneidade de (co) variância para a produção de leite nos grupos genéticos formadores da raça Girolando. *Rev Ciência Agrônômica.* 2007;38(3):304–9.