

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PRODUÇÃO E QUALIDADE OOCITÁRIA EM BOVINOS GIR LEITEIRO POR INFERÊNCIA BAYESIANA

GENETIC PARAMETERS FOR OOCYTE PRODUCTION AND QUALITY IN DAIRY GIR CATTLE USING BAYESIAN INFERENCE

Lucas Reis Lopes¹

Luis Guilherme Pereira dos Santos²

Lethissia Amorim da Silva Coelho³

Luiz Fernando Rodrigues Feres⁴

Ana Lúcia Puerro de Melo⁵

Marina Mortati Dias Barbero⁶

Elisandra Lurdes Kern⁷

Resumo

A demanda pela produção de produtos de origem animal cresce de maneira exponencial, portanto, biotécnicas reprodutivas como a produção *in vitro* de embriões (PIVE) permitem acelerar o progresso genético do rebanho. Objetivou-se estimar os componentes de variâncias e parâmetros genéticos para produção e qualidade oocitária em bovinos Gir Leiteiro. As características avaliadas foram número de oócitos viáveis (OV) e classificação morfológica (G1, G2 e G3). A análise foi realizada através da abordagem Bayesiana, utilizando 16.806 registros de aspirações foliculares, coletados entre 2009 e 2024 em seis rebanhos de Minas Gerais. Os dados passaram por um controle de qualidade e processados por programas do pacote BLUPF90, considerando efeitos fixos e aleatórios. As estimativas de herdabilidade foram moderadas para OV (0,42) e G3 (0,39), e baixas para G1 (0,09) e G2 (0,12). Todas as correlações genéticas e fenotípicas foram positivas. Os resultados indicam potencial de utilização dessas características em programas de melhoramento genético da raça Gir Leiteiro para obtenção de ganhos na eficiência reprodutiva de fêmeas doadoras.

Palavras chaves: Herdabilidade. Oócitos viáveis. Produção *in vitro* de embriões.

Abstract

The demand for animal-derived products has been increasing exponentially; therefore, reproductive biotechnologies such as in vitro embryo production (IVEP) have enable the acceleration of genetic progress in livestock herds. This study aimed to estimate variance components and genetic parameters for oocyte production and quality in Gir Dairy cattle. The evaluated traits were the number of viable oocytes (OV) and morphological classification (G1, G2, and G3). The analysis was performed using a Bayesian approach, based on 16,806 follicular aspiration records collected between 2009 and 2024 from six herds located in Minas Gerais, Brazil. The data underwent quality control and were processed using programs from the BLUPF90 package, considering fixed and random effects. Heritability estimates were moderate for OV (0.42) and G3 (0.39), and low for G1 (0.09) and G2 (0.12). All genetic and phenotypic correlations were positive. The results indicate the potential use of these traits in genetic improvement programs for the Gir Dairy breed to achieve gains in the reproductive efficiency of donor females.

Keywords: Heritability. In vitro embryo production. Viable oocytes.

¹Graduando em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; ²Mestre em Ciência Animal; ⁴Pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, MG – Brasil; ⁵Docente no Departamento de Reprodução e Avaliação Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; ⁶Docente no Departamento de Genética da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

1. Introdução

O crescimento populacional mundial tem intensificado a demanda por alimentos de origem animal, gerando pressão por maior produtividade e eficiência nos sistemas agropecuários. A utilização de biotécnicas reprodutivas, como a produção *in vitro* de embriões (PIVE), representa uma ferramenta estratégica nos programas de melhoramento genético animal, por possibilitar maior intensidade de seleção e maior disseminação de material genético oriundo de fêmeas de elevado mérito genético, contribuindo para a aceleração do progresso genético dos rebanhos (Ashry; Smith, 2015).

A raça Gir Leiteiro é amplamente utilizada no Brasil devido a sua adaptação às condições tropicais, destacando-se pela tolerância estresse térmico, resistência a parasitas e eficiência produtiva (Jongbo et al., 2026). Além disso, a raça contribui em programas de cruzamentos, sendo usada como base materna da formação da raça sintética Girolando, responsável por 80% da produção nacional de leite (Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, 2024).

O sucesso da PIVE é influenciado por uma combinação de fatores, sendo eles genéticos (Feldes et al., 2022; Vizoná et al., 2020) e não genéticos (Coelho et al., 2025; Feldes et al., 2024), os quais contribuem para a variabilidade observada na resposta das doadoras à técnica. De acordo com Merton (2009), entre os principais fatores determinantes para a eficiência da PIVE, destacam-se a quantidade e a qualidade dos oócitos recuperados. Estudos prévios demonstraram estimativas de herdabilidades (h^2) moderadas para produção de oócitos viáveis, com valores de 0,32 (Vizoná et al., 2020) e 0,42 (Coelho et al., 2025), indicando potencial de resposta à seleção genética. Para características relacionadas à qualidade oocitária, as estimativas de h^2 são baixas, com valores de 0,16 (Vizoná et al., 2020) para oócitos de Grau 1, sugerindo maior influência de fatores não genéticos.

A utilização de características associadas ao desempenho reprodutivo das doadoras pode maximizar a eficiência dos programas de melhoramento (PMGA). Assim, o PMGA do Gir Leiteiro começou, a partir de 2025, incorporar características relacionadas à produção *in vitro* de embriões como critérios de seleção, visando aumentar a eficiência reprodutiva e acelerar o progresso genético da raça (Panetto et al., 2025). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo estimar componentes de variância e parâmetros genéticos para a produção de oócitos viáveis e suas características morfológicas, por meio de abordagem Bayesiana.

2. Materiais e métodos

Foram utilizados 16.806 registros de aspirações foliculares provenientes de 4.071 doadoras da raça Gir Leiteiro, referentes a seis rebanhos localizados em Minas Gerais, Brasil, coletados entre março de 2009 a outubro de 2024.

As características avaliadas foram relacionadas à produção oocitária, incluindo o número de oócitos viáveis (OV) e a distribuição dos oócitos conforme sua classificação morfológica (G1, G2 e G3). Os oócitos classificados como G1, G2 e G3 apresentaram qualidade morfológica alta, intermediária e baixa, respectivamente.

O controle de qualidade dos dados foi realizado por meio da remoção de registros inconsistentes, incluindo observações com número total de oócitos (OT) igual a zero, valores de OT inferiores ao OV e registros em que OT ou OV foram inferiores às contagens observadas para qualquer uma das classes morfológicas avaliadas (G1, G2 ou G3). Os grupos contemporâneos (GC) foram formados pela combinação de rebanho e ano de coleta dos oócitos, removendo aqueles que apresentaram menos de cinco observações. Após o controle, o arquivo de pedigree utilizado apresentou 10.330 indivíduos (3.588 doadoras, filhas de 334 touros e 1.908 vacas).

Com intuito de atender ao pressuposto de normalidade, as variáveis foram submetidas à transformação logarítmica. Os componentes de variância foram estimados por modelo unicaracter, enquanto para as correlações por modelo bicaracter. Nos modelos foram considerados os efeitos sistemáticos: GC, estação de coleta, intervalo entre coletas e o número de coletas por animal; e efeitos aleatórios: efeito doadora, efeito residual e de ambiente permanente. Sendo representado pelo modelo matricial:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_1\mathbf{u} + \mathbf{Z}_2\mathbf{pe} + \mathbf{e}$$

Em que, $\mathbf{u}$ é o vetor de efeitos genéticos aditivos aleatórios; $\mathbf{b}$ é o vetor de efeitos sistemáticos; $\mathbf{pe}$ é o vetor dos efeitos aleatórios de ambiente permanente; $\mathbf{e}$ é o vetor de efeitos residuais aleatórios; e $\mathbf{X}$, $\mathbf{Z}_1$ e $\mathbf{Z}_2$ são as matrizes de incidência que relacionam os registros aos efeitos sistemáticos e aleatórios.

As análises foram conduzidas sob abordagem Bayesiana, em que os modelos foram implementados nos programas RENUMF90, GIBBSF90+ e POSTGIBBSF90 do pacote BLUPF90. A inferência dos parâmetros foi realizada por amostragem de Gibbs, utilizando cadeias de Markov Monte Carlo previamente definidas com base em Perez et al. (2016) e Vizoná et al. (2020), com convergência avaliada pelo critério de Geweke (1991).

3. Resultados e discussão

A característica OV apresentou média de $16,98 \pm 13,01$ ovócitos por sessão, evidenciando elevada variabilidade entre as observações ($CV = 76,6\%$). Entre as classes morfológicas, observou-se predominância de ovócitos G3, com média de $14,22 \pm 11,64$, em comparação às médias observadas para G1 ($0,85 \pm 1,50$) e G2 ($1,90 \pm 2,41$).

As estimativas dos componentes de variância (Tabela 01) indicaram maior contribuição genética para as características OV e G3, que apresentaram estimativas de h^2 moderadas (0,42 e 0,39, respectivamente), sugerindo maior potencial de resposta à seleção. Para G1 e G2, os valores de h^2 foram de baixa magnitude (0,09 e 0,12), indicando maior influência de fatores não genéticos.

TABELA 1 – Estimativas dos componentes de variância, herdabilidade (h^2) e repetibilidade (r) para produção e qualidade oocitária em bovinos Gir Leiteiro.

Características	σ_a^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	h^2	r
OV	0.0439 (0.04 – 0.05)	0.0142 (0.01 – 0.02)	0.0463 (0.05 – 0.05)	0.42 (0.36 – 0.48)	0.56 (0.53 – 0.58)
G1	0.0058 (0.00 – 0.01)	0.0026 (0.00 – 0.00)	0.0535 (0.05 – 0.05)	0.09 (0.06 – 0.13)	0.14 (0.12 – 0.16)
G2	0.0107 (0.01 – 0.01)	0.0084 (0.01 – 0.01)	0.0724 (0.07 – 0.07)	0.12 (0.07 – 0.16)	0.21 (0.19 – 0.23)
G3	0.0433 (0.04 – 0.05)	0.0158 (0.01 – 0.02)	0.0531 (0.05 – 0.05)	0.39 (0.33 – 0.45)	0.53 (0.51 – 0.55)

OV = número médio de oócitos viáveis; G1, G2 e G3 = número médio de oócitos grau 1, 2 e 3, respectivamente. σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_{pe}^2 = variância do ambiente permanente; σ_e^2 = variância residual. Valores entre parênteses são os intervalos de confiança de 95% com limites superiores e inferiores

As correlações genéticas e fenotípicas entre as características foram todas positivas, destacando-se a associação perfeita entre OV e G3 ($r_g = 1,00$; $r_p = 0,95$), indicando que a seleção para maior produção de ovócitos favorece o aumento de ovócitos G3.

TABELA 2 - Média para as correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre as características de produção e qualidade de oócitos em bovinos Gir Leiteiro.

Características	OV	G1	G2	G3
OV	-	0.88 (0.80; 0.96)	0.82 (0.74; 0.90)	1.00 (0.99; 1.00)
G1	0.44 (0.42; 0.46)	-	0.68 (0.52; 0.83)	0.86 (0.76; 0.94)
G2	0.54 (0.53; 0.56)	0.39 (0.38; 0.41)	-	0.76 (0.65; 0.88)
G3	0.95 (0.95; 0.95)	0.29 (0.27; 0.31)	0.35 (0.32; 0.37)	-

OV = número médio de oócitos viáveis; G1, G2 e G3 = número médio de oócitos grau 1, 2 e 3, respectivamente. σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_{pe}^2 = variância do ambiente permanente; σ_e^2 = variância residual. Valores entre parênteses são os intervalos de confiança de 95% com limites superiores e inferiores

4. Conclusão

O presente estudo evidenciou a existência de variabilidade genética aditiva para as características relacionadas à produção e qualidade oocitária em bovinos da raça Gir Leiteiro, indicando potencial de resposta a seleção, com destaque para OV e G3. Os valores de correlação genética se apresentaram elevados, indicando que a seleção para oócitos viáveis pode promover ganhos indiretos nas demais variáveis avaliadas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE GIROLANDO. Sobre a raça. Uberaba: Girolando, 2024. Disponível em: Girolando - Sobre a raça. Acesso em: 25 maio 2026.

ASHRY, M.; SMITH, G. W. Application of embryo transfer using in vitro produced embryos: intrinsic factors affecting efficiency. **Cattle practice: journal of the British Cattle Veterinary Association**, v. 23, n. Pt 1, p. 1–8, 2015.

COELHO, Lethissia Amorim da Silva *et al.* Environmental factors influence in vitro embryo production of Gir cattle. **Theriogenology**, v. 246, p. 117558, 2025.

FELTES, Giovani Luis *et al.* Genetic evaluation of oocyte and embryo production in dairy Gir cattle using repeatability and random regression models. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, p. e20220017, 2022.

FELTES, Giovani Luis *et al.* Impact of heat stress on genetic evaluation of oocyte and embryo production in Gir dairy cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 1, p. 7, jan. 2024.

GEWEKE, John. **Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments**: Staff Report. [S.l.]: Federal Reserve Bank of Minneapolis, 1991. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:fip:fedmsr:148>>. Acesso em: 25 maio. 2026.

JONGBO, Ayoola Olawole *et al.* Heat stress in livestock under tropical climates: impacts and mitigation strategies. **Tropical Animal Health and Production**, v. 58, n. 2, p. 65, mar. 2026.

MERTON, J. S. *et al.* Genetic parameters for oocyte number and embryo production within a bovine ovum pick-up–in vitro production embryo-production program. **Theriogenology**, v. 72, n. 7, p. 885–893, 2009.

PANETTO, J. C. do C. *et al.* Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro: sumário brasileiro de fêmeas: 8ª avaliação genômica de fêmeas jovens e adultas. 2025.

PEREZ, B. C. *et al.* Genetic analysis of oocyte and embryo production traits in Guzerá breed donors and their associations with age at first calving. **Genetics and molecular research: GMR**, v. 15, n. 2, 26 abr. 2016.

VIZONÁ, Rafael Guimarães *et al.* Genetic analysis of in-vitro embryo production traits in Dairy Gir cattle. **Theriogenology**, v. 148, p. 149–161, 2020.