

CORRELAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES E PREENHEZ EM BOVINOS GIR LEITEIRO SOB INFERÊNCIA BAYESIANA

GENETIC CORRELATIONS BETWEEN *IN VITRO* EMBRYO PRODUCTION TRAITS AND PREGNANCY IN GIR DAIRY CATTLE USING BAYESIAN INFERENCE

Lucas Reis Lopes¹

Luis Guilherme Pereira dos Santos²

Júlia Machado Martins³

Luiz Fernando Rodrigues Feres⁴

Ana Lúcia Puerro de Melo⁵

Marina Mortati Dias Barbero⁶

Elisandra Lurdes Kern⁷

Resumo

A ocorrência de prenhez é uma característica de grande importância para a eficiência reprodutiva, porém sua baixa herdabilidade e difícil mensuração limitam a obtenção de progresso genético por seleção direta. Nesse contexto, características relacionadas à produção *in vitro* de embriões (PIVE) podem ser utilizadas como critérios auxiliares de seleção para aumentar a taxas de prenhez em fêmeas Gir Leiteiro. Objetivou-se estimar as correlações genéticas e fenotípicas entre as características de número de oócitos viáveis (OV), número de oócitos grau 1 (G1), número de embriões viáveis (EV) e ocorrência de prenhez (PR), em bovinos da raça Gir Leiteiro. Foram utilizados 16.806 registros de aspirações foliculares. A análise foi realizada por abordagem Bayesiana, em que os dados passaram por um controle de qualidade e processados por programas do pacote BLUPF90. As estimativas das correlações genéticas e fenotípicas entre as características avaliadas foram positivas e favoráveis, com valores de 0,74 e 0,63 para OV–PR, 0,72 e 0,19 para G1–PR e 0,90 e 0,38 para EV–PR, respectivamente. Conclui-se que OV apresenta potencial como critério auxiliar de seleção para prenhez em vacas Gir Leiteiro, em razão da elevada herdabilidade (0,42), da correlação genética favorável com essa característica e da menor complexidade de obtenção, por ser mensurado em etapas iniciais da PIVE.

Palavras chaves: Parâmetros genéticos. Produção de oócitos viáveis. Seleção indireta.

Abstract

Pregnancy occurrence is a trait of great importance for reproductive efficiency; however, its low heritability and difficult measurement limit the achievement of genetic progress through direct selection. In this context, traits related to in vitro embryo production (IVEP) may be used as auxiliary selection criteria to increase pregnancy rates in Gir dairy cows. The objective of this study was to estimate the genetic and phenotypic correlations among the number of viable oocytes (VO), the number of Grade 1 oocytes (G1), the number of viable embryos (VE), and pregnancy occurrence (PR) in Gir dairy cattle. A total of 16,806 ovum pick-up (OPU) records were used. Analyses were performed under a Bayesian approach after data quality control using the BLUPF90 software package. Positive and favorable genetic and phenotypic correlations were observed among the evaluated traits, with estimates of 0.74 and 0.63 for VO–PR, 0.72 and 0.19 for G1–PR, and 0.90 and 0.38 for VE–PR, respectively. It was concluded that VO has potential as an auxiliary selection criterion for pregnancy in Gir dairy cows due to its high heritability (0.42), favorable genetic correlation with pregnancy occurrence, and greater ease of measurement, as it is assessed during the early stages of IVEP.

Keywords: Genetic parameters. Indirect selection. Viable oocyte production.

¹23Graduando em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; ³Mestre 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

Promover ganhos em eficiência produtiva e reprodutiva na pecuária é fundamental para atender à crescente demanda por alimentos à nível mundial. Para isso, biotécnicas reprodutivas tem sido cada vez mais aprimoradas e utilizadas, como a produção *in vitro* de embriões (PIVE), que possibilita acelerar o progresso genético através da maior intensidade de seleção e disseminação do material genético de fêmeas alto mérito (García-Guerra et al., 2025). O desempenho da PIVE pode ser avaliado com o uso de diferentes características, como a produção e qualidade de oócitos, produção de embriões e taxa de prenhez. Dentre essas, a prenhez é o principal indicador da eficiência da técnica, pois remete ao estabelecimento da gestação e a possibilidade do nascimento de descendentes viáveis (Hansen, 2023).

No entanto, o número de prenhez é uma característica complexa, influenciada por fatores genéticos e ambientais, cuja avaliação demanda elevados custos, uma vez que corresponde à última etapa do processo da PIVE e envolve não apenas o efeito direto da doadora, mas também efeitos relacionados à receptora, ao tipo de embrião transferido (a fresco ou congelado) e ao touro utilizado na fertilização (Hansen, 2020). Considerando, os valores médios observados por Coelho et al. (2025), com o mesmo banco de dados da raça avaliada no presente estudo, a relação entre as médias de PR (1,98) e OV (16,98) indica que apenas cerca de 11,66% dos oócitos viáveis estão associados à obtenção de uma prenhez, evidenciando as perdas acumuladas ao longo das etapas da PIVE. Ademais, trata-se de uma característica de baixa herdabilidade ($0,10 \pm 0,02$), o que limita a eficiência da seleção direta e reforça a necessidade de estratégias alternativas (Coelho et al., 2025).

A raça Gir Leiteiro possui grande importância na bovinocultura leiteira nacional devido a sua adaptação ao estresse térmico, resistência a parasitas e elevado potencial produtivo (Jongbo et al., 2026). Recentemente, o programa de melhoramento dessa raça passou a incorporar características associadas ao desempenho reprodutivo das fêmeas potencialmente doadoras de oócitos, visando maximizar a eficiência da técnica PIVE e, consequentemente dos índices produtivos e reprodutivos dos rebanhos (Panetto et al., 2025).

Nesse contexto, o conhecimento das correlações genéticas entre características de qualidade oocitária e embrionária e a ocorrência de prenhez é essencial para a identificação de critérios auxiliares de seleção, permitindo a obtenção de ganhos genéticos em características de difícil mensuração, como a taxa de prenhez. Assim, objetivou-se estimar as correlações genéticas e fenotípicas entre características relacionadas à produção *in vitro* de embriões e a ocorrência de prenhez em bovinos da raça Gir Leiteiro, por meio de inferência Bayesiana.

2. Materiais e métodos

Utilizou-se 16.806 registros de aspirações foliculares provenientes de 4.071 doadoras da raça Gir Leiteiro, pertencentes a seis rebanhos localizados em Minas Gerais, Brasil, coletados entre março de 2009 a outubro de 2024. As características avaliadas foram número de oócitos viáveis (OV), número de oócitos de alta qualidade morfológica (G1), número de embriões viáveis (EV) e número de prenhez (PR).

Os dados foram submetidos ao controle de qualidade removendo os registros inconsistentes, incluindo observações com número total de oócitos (OT) igual a zero, valores de OT inferiores ao OV, OT e OV menor que G1, OT menor que EV e registros com data de coleta antes da data de nascimento da doadora. 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 a edição, o arquivo de pedigree utilizado nas análises foi composto por 10.330 indivíduos, sendo 3.588 doadoras, filhas de 334 touros e 1.908 vacas.

Com o objetivo de atender ao pressuposto de normalidade, as variáveis foram submetidas à transformação logarítmica. As correlações genéticas foram estimadas por meio de modelos bicaracter, considerando diferentes efeitos fixos conforme a característica analisada. Para OV e G1, foram incluídos os efeitos fixos de GC, estação de coleta, intervalo entre coletas e o número de coletas por animal, além dos efeitos aleatórios de doadora, de ambiente permanente e residual. Para EV e PR, além dos efeitos acima citados, foram adicionados o efeito fixo do touro utilizado na inseminação e o efeitos linear e quadrático da idade da doadora no momento da OPU. O modelo pode ser representado na forma matricial:

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

Em que, $\mathbf{y}$ é o vetor de observações, $\mathbf{b}$ é o vetor de efeitos sistemáticos; $\mathbf{u}$ é o vetor de efeitos genéticos aditivos aleatórios; $\mathbf{pe}$ 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). As correlações genéticas aditivas (r_a) e fenotípicas (r_p) foram obtidas conforme descrito por Merton et al. (2009).

3. Resultados e discussão

As correlações genéticas e fenotípicas entre as características foram positivas e desejáveis (Tabela 1), indicando que o aumento do número de oócitos viáveis, oócitos Grau 1 e embriões viáveis está associado ao aumento do número de prenhez.

TABELA 1 - Média *à posteriori* das correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre as características relacionadas a PIVE, em animais Gir Leiteiro.

Características	OV	G1	EV	PR
OV	-	0.88 (0.80; 0.96)	0.80 (0.71; 0.89)	0.74 (0.57; 0.89)
G1	0.44 (0.42; 0.46)	-	0.74 (0.58; 0.90)	0.72 (0.48; 0.94)
EV	0.56 (0.54; 0.58)	0.27 (0.25; 0.29)	-	0.90 (0.80; 0.97)
PR	0.38 (0.36; 0.41)	0.19 (0.17; 0.21)	0.63 (0.62; 0.65)	-

OV = número médio de oócitos viáveis; G1, = número médio de oócitos grau 1; EV = número de embriões viáveis; PR = Número de prenhez. Valores entre parênteses são os intervalos de confiança de 95% com limites superiores e inferiores

O número de embriões viáveis (EV) apresentou as maiores correlações genética e fenotípica com o número de prenhez (PR), com valores de 0,90 e 0,63, respectivamente, evidenciando alta associação entre ambas as características. Esses resultados condizem com o que é esperado biologicamente, visto que, o sucesso da prenhez depende diretamente da produção de embriões viáveis

As características número de oócitos viáveis (OV) e número de oócitos grau 1 (G1) apresentaram correlações genéticas com PR de 0,74 e 0,72 respectivamente, evidenciando que parte dos genes que governam a característica PR são parcialmente os mesmo que governam OV e G1. Embora os valores sejam inferiores aos observados para EV, ambas as características demonstraram potencial para serem utilizadas como critérios auxiliares em estratégias de seleção indireta para prenhez. Além disso, são mensuradas nas etapas iniciais da PIVE, apresentam menor exposição a variações ambientais do processo e menor complexidade de obtenção, o que reforça sua aplicabilidade em programas de melhoramento genético.

Ademais, considerando os resultados das estimativas de herdabilidade obtidas por Lopes (2026), nos quais OV apresentou maior estimativa de h^2 (0,42), essa característica, destaca-se como potencial critério de seleção indireta para PR, contribuindo para a obtenção de ganhos genéticos indiretos para prenhez obtida com o uso da PIVE.

4. Conclusão

O presente estudo evidenciou a existência de correlações genéticas positivas favoráveis entre as características OV, G1, EV com PR. Nesse contexto, o OV destaca-se como critério de seleção indireta para prenhez, em função de sua elevada herdabilidade, de ser mensurado em fase inicial da PIVE e de apresentar menor complexidade de obtenção, configurando-se como um indicador promissor para elevar a eficiência das taxas de prenhez em vacas Gir Leiteiro.

Referências

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

GARCÍA-GUERRA, Alvaro *et al.* Optimizing *in vitro* embryo production in cattle: strategies for donor management and selection. **Animal Reproduction**, v. 22, p. e20250079, 2025.

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.

HANSEN, Peter J. The incompletely fulfilled promise of embryo transfer in cattle—why aren't pregnancy rates greater and what can we do about it? **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 11, p. skaa288, 1 nov. 2020.

HANSEN, Peter J. Review: Some challenges and unrealized opportunities toward widespread use of the *in vitro*-produced embryo in cattle production. **animal**, Keynote lectures from the 11th International Ruminant Reproduction Symposium. v. 17, p. 100745, 1 maio 2023.

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.

LOPES, Lucas Reis. **Parâmetros genéticos para produção oocitária e embrionária, qualidade oocitária e prenhez em bovinos Gir Leiteiro por inferência bayesiana**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia)—Seropédica, RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 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.