

Estudo Genético da Precocidade Sexual de Novilhas em um Rebanho Nelore

Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva¹, Laila Talarico Dias², Lucia Galvão de Albuquerque³

RESUMO - Objetivou-se, com este trabalho, estimar a herdabilidade (h^2) para prenhez de novilhas e sua correlação genética (rg) com idade ao primeiro parto (IPP), em animais da raça Nelore. A prenhez de novilhas foi definida de três formas: prenhez aos 16 meses (Pr16) – para as novilhas que pariram com menos de 31 meses, atribuiu-se 1 (sucesso) e, para aquelas que pariram após 30,99 meses ou que não pariram, atribuiu-se 0 (fracasso); prenhez aos 24 meses (Pr24) – para as novilhas que pariram até 46 meses (incluindo as Pr16), foi atribuído 1 e, para aquelas que não pariram 0; e prenhez da novilha (PrN) – atribuiu-se classificação 2 para as que pariram com menos de 31 meses, 1 para as que pariram entre 31 e 46 meses e 0 para as que não pariram. Os arquivos, analisados pelo Método R e Inferência Bayesiana, continham registros de 30.802 novilhas desmamadas. As análises forneceram médias de estimativas de h^2 de 0,52, 0,12 e 0,16 para Pr16, Pr24 e PrN, respectivamente, pelo Método R. O valor médio obtido por Inferência Bayesiana foi de 0,45 para Pr16. A rg estimada entre Pr16 e IPP foi -0,32. Os resultados indicam que, para selecionar para precocidade sexual, é necessário expor todas as fêmeas em idades jovens e que a mensuração da taxa de prenhez por meio da Pr16 é pertinente, uma vez que esta característica apresenta variabilidade genética alta e deve responder eficientemente à seleção com possibilidades de rápido ganho genético. A análise indicou também que Pr16 e IPP são determinadas em grande parte por genes diferentes.

Palavras-chave: característica categórica, herdabilidade, inferência bayesiana, método R, modelo não-linear, prenhez de novilha

Genetic Studies of Sexual Precocity of Heifers in a Nellore Herd

ABSTRACT - The objectives of this research were to estimate heritability (h^2) of heifer pregnancy and its genetic correlation (rg) with age at first calving (AFC) in a Nellore herd. Heifer pregnancy evaluated as three different definitions: pregnancy at 16 months (Pr16) – heifers calving before 31 months received 1 (success) and those calving after 30.99 months or that failed received 0 (failure); pregnancy at 24 months (Pr24) – heifers calving until 46 months of age (including Pr16) received 1 and those which fail 0; and heifer pregnancy (PrN) - was attributed the classification 2 for those calving before 31 months, 1 for those calving from 31 to 46 months and 0 for failure. The data-set, including 30,802 weaned heifers, was analyzed by method R and Bayesian Inference. The heritability estimates were 0.52, 0.12 and 0.16 for Pr16, Pr24 and PrN, respectively, by method R. The mean value obtained by Bayesian Inference was of 0.45 for Pr16. The estimate of rg between Pr16 and AFC was -0.32. The results indicate that to select for sexual precocity is necessary to expose all females to breeding at a young age. Moreover, the pregnancy rate evaluated by Pr16 is indicated, since this trait presents high genetic variability and efficient response to selection. The analysis also indicates that Pr16 and AFC are determined by different genes.

Key Words: Bayesian inference, categorical trait, heifer pregnancy, heritability, method R, non linear model

Introdução

Atualmente, no Brasil, as características utilizadas como critério de seleção para alcançar melhoria genética em bovinos de corte são, principalmente, as de crescimento. A seleção de características reprodutivas diretamente ligadas à precocidade e fertilidade sexual não é simples, apresentando dificuldades desde o momento da coleta de dados até a análise estatística e predição dos valores genéticos. Além disso, as características reprodutivas, em geral, apresentam baixa herdabilidade e os animais que não

as expressam são considerados nas análises somente por meio de penalidades arbitrárias, ou simplesmente são desconsiderados.

Diversas características reprodutivas, como idade à puberdade, idade à primeira cria, prenhez de novilhas, entre outras, têm sido utilizadas no intuito de se otimizar a performance reprodutiva das fêmeas, entretanto ainda não existe consenso quanto à mais adequada. A característica prenhez de novilha tem apresentado adeptos e tem sido estudada tanto em fêmeas *Bos taurus* (Evans et al., 1999; Doyle et al., 2000; Donoghue et al., 2004) como em *Bos indicus*

¹ Pós-Doutorando, CNPq, FCAV, UNESP, Jaboticabal (jaugustovs@yahoo.com).

² Discente do programa de pós-graduação em zootecnia, FCAV, UNESP – Jaboticabal.

³ Profa. Adjunta. Depto Zootecnia, FCAV, UNESP, Jaboticabal. Pesquisadora CNPq.

(Eler et al., 2002; Mercadante et al., 2003; Silva et al., 2003; Eler et al., 2004). A facilidade de mensuração, a possibilidade de obtenção da medida em todas as contemporâneas, a não-utilização de penalidades e a existência de variação genética moderada a alta são argumentos encontrados na literatura que reforçam a justificativa de sua aplicação no melhoramento animal. Entretanto, existem algumas dificuldades, principalmente quanto ao fato de ser uma característica categórica e, conseqüentemente, necessitar de procedimentos estatísticos que considerem a distribuição discreta dos dados.

Os objetivos neste trabalho foram estimar a herdabilidade para a característica reprodutiva prenhez da novilha, utilizando-se três definições, e a correlação genética entre prenhez da novilha e idade ao primeiro parto, em animais Nelore, adotando-se modelo não-linear.

Material e Métodos

Os dados analisados foram provenientes de fêmeas nascidas entre 1990 e 1999, pertencentes à Agropecuária Jacarezinho, fazenda localizada em Valparaíso, São Paulo, que tem como atividade principal a venda de tourinhos. No programa de melhoramento desenvolvido pela Agropecuária Jacarezinho, são utilizadas como critérios de seleção características de crescimento e as precocidades sexual e de terminação.

O manejo alimentar é somente a pasto, com uso de sal mineral. A estação de monta normal (EMn) é realizada durante os meses de novembro a janeiro, com duração de 60 dias para as novilhas, utilizando-se inseminação artificial ou reprodutor múltiplo (RM). O descarte de fêmeas jovens é realizado, basicamente, por falha reprodutiva. A partir de 1990, foi implantada uma estação de monta antecipada (EMa) durante os meses de abril e maio (60 dias) com o objetivo de expor novilhas com média de 18 meses de idade em regime de RM. Não concebendo na EMa, as novilhas têm nova oportunidade na EMn e, depois desta, caso não emprenhem, são descartadas. A partir de 1990, a cada ano, a EMa foi sendo realizada mais cedo e hoje ocorre em fevereiro-março, quando os animais estão com média de 15-16 meses de idade.

O banco de dados analisado continha informações sobre 30.802 novilhas. Para formação dos arquivos de análise, foram consideradas todas as fêmeas desma-

madadas, observando-se a ocorrência de parição e idade da ocorrência. A característica reprodutiva prenhez de novilha foi estudada com base em três diferentes definições: a) prenhez aos 16 meses (Pr16) – para as novilhas que pariram com menos de 31 atribuiu-se 1 (sucesso) e, para aquelas que pariram após 30,99 meses ou que não pariram, atribuiu-se 0 (fracasso); b) prenhez aos 24 meses (Pr24) – para as novilhas que pariram até 46 meses (incluindo as Pr16), foi atribuído 1 e, para aquelas que não pariram, 0; e c) prenhez da novilha (PrN) – atribuiu-se 2 para as que pariram com menos de 31 meses, 1 para as que pariram entre 31 e 46 meses e 0 para as que não pariram.

A idade ao primeiro parto (IPP) foi considerada como a idade em meses do primeiro parto da fêmea. As novilhas que não pariram não foram consideradas nas análises. A base de dados para IPP contou com 16.526 observações, com média de idade e desvio-padrão de $34,89 \pm 4,15$ meses, respectivamente.

O modelo estatístico para todas as características incluiu o efeito fixo de grupo de contemporâneo (GC) e do efeito aleatório de animal. Os GC foram compostos por fazenda (3 classes), ano (10 classes) e semestre de nascimento (2 classes), totalizando 20, 24 e 25 GC para Pr16, Pr24 e PrN, respectivamente. Os GC formados com esta composição apresentaram variabilidade em sua totalidade, ou seja, nenhum GC apresentou animais com mesma classificação (1 ou 0) para prenhez de novilha. A existência de GCs sem variabilidade pode prejudicar a convergência da análise estatística e obtenção de estimativas dos componentes de (co)variâncias viesados. A matriz utilizada de relações aditivas para todas as análises contou com 41.871 animais.

Os componentes de variância para as características de prenhez de novilha foram estimados utilizando-se os procedimentos do Método R, assumindo-se um modelo não linear. A escolha do modelo não-linear deve-se ao fato de a característica não apresentar distribuição normal. Para cada característica, foram rodadas 200 subamostras aleatórias de 50% dos dados, com critério de convergência de 10^{-6} .

Na análise bi-característica (Pr16 e IPP), foi adotado modelo animal não-linear para Pr16 e linear para IPP e o Método R. O programa computacional utilizado em todas as análises pelo Método R foi o “DSCAT”, disponível no pacote ABTK 2.0 (Golden et al., 1992).

A Pr16 foi analisada também por inferência Bayesiana e modelo não-linear, no intuito de se obterem a estimativa de herdabilidade e a região de credibilidade a 95%, por outra metodologia. Uma cadeia independente foi computada e suas amostras, analisadas. Foi rodado um total de 250.000 ciclos, sendo os primeiros 10.000 ciclos descartados como período de descarte amostral ou período de inicialização. O período de descarte amostral foi baseado na avaliação subjetiva dos valores plotados da cadeia de Gibbs. O intervalo amostral utilizado foi de 40 ciclos. Distribuições “flat prior” foram utilizadas para o componente de variância. Herdabilidade de 0,20 foi assumida como valor inicial para a característica.

Foi utilizado o MTGSAM_THR (Van Tassell et al., 1998) para análise dos dados e o GIBANAL (Van Kaam, 1997) para verificação da convergência da cadeia.

Resultados e Discussão

As médias apresentadas na Tabela 1 comprovam a existência de um percentual (10,4%) pequeno de novilhas que conseguem parir com idade menor que 31 meses. Cabe ressaltar que, para o cálculo deste percentual, foram consideradas todas as fêmeas desmamadas, e não apenas as que entraram na estação de monta, por não se ter o registro zootécnico da data do início da primeira estação de monta das novilhas. Semmelman et al. (2001), analisando dados do mesmo rebanho, encontraram taxa de prenhez (TP) aos 17/18 meses de idade de 20,6%. São praticamente inexistentes citações de acasalamento de novilhas Nelore com idade próxima aos 16 meses. Trabalhos envolvendo acasalamento aos 14 meses (Eler et al., 2002; Silva et al., 2003; Eler et al., 2004) indicam média de TP de 17%.

Ao considerar todas as fêmeas desmamadas para o estudo de ocorrência de prenhez aos 16 meses, não apenas a capacidade reprodutiva da fêmea em conceber nesta idade está sendo analisada, mas também sua capacidade de crescimento e sobrevivência. Ou seja, as novilhas que alcançaram sucesso para prenhez também apresentaram nível de desenvolvimento adequado para que fossem mantidas no rebanho até esta idade; isto é, não foram descartadas antes da entrada na estação, seja este descarte voluntário ou involuntário.

Estimativas com o Método R

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas da herdabilidade e do desvio-padrão para cada uma das características. Embora as características reprodutivas tenham sido mensuradas dentro da mesma população e apresentem pequenas diferenças na sua definição, os valores médios estimados para herdabilidade diferiram, variando de 0,12 a 0,52.

A maior variabilidade genética obtida para Pr16 pode ter ocorrido pelo fato de que, nesta idade, apenas os animais realmente precoces sexualmente apresentavam condições fisiológicas que permitiram e resultaram em prenhez durante a estação de monta, sendo possível identificar diferenças entre os animais. No caso da Pr24, considerando que os animais deste rebanho já vêm sendo selecionados para precocidade sexual, era esperado que, com manejo alimentar adequado, a maior parte das novilhas já apresentasse estado fisiológico adequado para a ocorrência de prenhez, como aconteceu. Ou seja, uma novilha apresentar parto após 31 meses de idade é naturalmente e fisiologicamente esperado, pois parte da variabilidade genética que existia em idades mais jovens foi perdida. Desse modo, para selecionar para precocidade sexual, torna-se necessário que as fêmeas sejam expostas mais cedo, de forma que as diferenças genéticas entre elas possam ser identificadas.

Tabela 1 - Número de observações (N) e porcentagem (%) para as características prenhez aos 16 (Pr16) e aos 24 meses (Pr24) e prenhez da novilha (PrN)

Table 1 - Number of observations (N) and percentage (%) for pregnancy at 16 (Pr16) and at 24 months (Pr24) and heifer pregnancy (PrN)

Característica Trait	N	0		1		2	
		N	%	N	%	N	%
Pr16	30.101	26.967	89,6	3.134	10,4		
Pr24	30.351	14.309	47,1	16.042	52,9		
PrN	30.357	14.309	47,1	12.914	42,6	3.134	10,3

Tabela 2 - Estimativas da média, desvio-padrão (DP) e valores mínimos e máximos da herdabilidade para prenhez aos 16 meses (Pr16), prenhez aos 24 meses (Pr24) e prenhez da novilha (PrN) pelo Método R

Table 2 - Mean estimates, standard deviation (SD) and minimum and maximum values of heritability for pregnancy at 16 months (Pr16), pregnancy at 24 months (Pr24) and heifer pregnancy (PrN) by method R

Característica Trait	Média Mean	DP SD	Mínimo Minimum	Máximo Maximum
Pr16	0,52	0,08	0,36	0,81
Pr24	0,12	0,02	0,07	0,19
PrN	0,16	0,02	0,11	0,23

Estes resultados confirmam aqueles encontrados por Eler et al. (2002), Silva et al. (2003) e Eler et al. (2004), em animais Nelore. A estimativa de herdabilidade para prenhez de novilhas é alta, desde que mensurada em idades precoces (abaixo de 31 meses, esta seria a idade de parição, sendo que a ocorrência de prenhez deve ser medida antes dos 24 meses), e indica que a característica Pr16 deve responder eficientemente à seleção, com possibilidades de ganhos genéticos rápidos.

Estimativas com Inferência Bayesiana

Os valores obtidos das estimativas de herdabilidade posteriores de Pr16 com amostragem de Gibbs utilizando-se a cadeia completa e a recomendada pelo software GIBANAL são apresentados na Tabela 3. Pode-se verificar a simetria das estimativas de medidas de tendência central, indicativo da convergência da cadeia amostral e de uma análise acurada.

O resultado da análise realizada para verificação de convergência da cadeia amostral processada pelo software GIBANAL indicou a necessidade de se descartar oito ciclos a mais e utilizar intervalo amostral de 58 ciclos. Atendendo à esta recomendação, a correlação serial entre os ciclos foi de 0,114.

Todos os valores estimados para média, desvio-padrão, mediana e moda foram similares entre as cadeias trabalhadas, indicando que os valores estimados utilizando-se a cadeia completa, na qual empregou-se maior número de ciclos podem ser utilizados.

A região de credibilidade a 95% para a estimativa de herdabilidade posterior obtida na cadeia completa foi de 0,39 a 0,52. Outra forma de interpretar a

Tabela 3 - Número de ciclos (N_ciclos), média, desvio-padrão (DP), mediana e moda das estimativas de herdabilidade posteriores para prenhez aos 16 meses (Pr16) obtidos por Inferência Bayesiana, utilizando-se a cadeia completa e a recomendada pelo software GIBANAL

Table 3 - Number of cycles (N_cycles), mean, standard deviation (SD, median and mode of estimate of posterior heritability for pregnancy at 16 months (Pr16) obtained by Bayesian Inference using the complete chain and recommended chain by GIBANAL software

Cadeia Chain	N_ciclos N_cycles	Média Mean	DP SD	Mediana Median	Moda Mode
Completa Complete	6.000	0,45	0,03	0,45	0,44
GIBANAL	104	0,45	0,03	0,46	0,47

estimativa de herdabilidade obtida é que seu valor tem 95% de chance de estar acima de 0,40.

A estimativa de herdabilidade encontrada com a amostragem de Gibbs foi próxima à encontrada pelo Método R, sendo que esta última encontra-se dentro da região de credibilidade das estimativas bayesianas com 95% de probabilidade. Nos dois métodos empregados, as estimativas de herdabilidade para Pr16 foram altas, indicando que, com a utilização desta característica como critério de seleção, será possível a identificação de touros que irão produzir filhas sexualmente precoces, com maior probabilidade de se obter prenhez aos 16 meses de idade.

Análise Bi-Característica de Pr16 e IPP

Na Tabela 4 são apresentados a estimativa de correlação genética de herdabilidade e o desvio-padrão obtidos na análise bi-característica para Pr16 e IPP. A estimativa de herdabilidade para IPP foi baixa, mas similar às encontradas na literatura (Dias et al., 2004a,b; Pereira et al., 2002).

Para IPP, apenas as fêmeas que pariram foram incluídas nas análises; conseqüentemente, grande parte da variabilidade genética foi perdida. Uma alternativa para contornar este problema seria incluir as novilhas que não pariram, atribuindo uma penalidade para as mesmas, como utilizado por Dias et al. (2004a). Um aspecto importante da Pr16 é que a mesma considera todas as novilhas expostas, paridas ou não, sem a necessidade de impor penalidade.

A estimativa da herdabilidade para Pr16 foi similar à obtida em análises uni características prévias. Os

Tabela 4 - Estimativas da média, desvio-padrão (DP) e valores mínimos e máximos da herdabilidade (h^2) e correlação genética (rg) em análises bi-característica para prenhez aos 16 meses (Pr16) e idade ao primeiro parto (IPP) pelo Método R

Table 4 - Estimates of mean, standard deviation (SD) and minimum and maximum values of heritability (h^2) and genetic correlation (rg) in bi-trait analysis for pregnancy at 16 months (Pr16) and age at first calving (AFC) by Method R

Parâmetro Parameter	Média Mean	DP SD	Mínimo Minimum	Máximo Maximum
h^2 _Pr16	0,59	0,07	0,46	0,76
h^2 _IPP	0,09	0,02	0,06	0,13
rg	-0,32	0,18	-0,61	0,10

resultados anteriores sugeriram que a ocorrência de maior variabilidade genética para Pr16 pode ser indicativo de que, nesta idade, algumas novilhas estão aptas para conceber e outras não, possibilitando a seleção de fêmeas sexualmente precoces.

A estimativa de correlação genética de Pr16 e IPP foi baixa e negativa, indicando associação desejável entre as características. Entretanto, indica também que a IPP é determinada apenas em pequena parte pelos mesmos genes que determinam a Pr16 e, portanto, não é uma medida eficaz para identificar animais sexualmente precoces.

Considerando-se que a Pr16 incluiu nas análises todas as fêmeas, independentemente da ocorrência de parto, levando em conta as diferenças das fêmeas em sua capacidade de sobreviver e reproduzir, além de apresentar maior variabilidade genética que IPP, a mesma mostrou-se mais indicada para ser usada como critério de seleção para precocidade sexual de fêmeas.

Conclusões

Para selecionar precocidade sexual, é necessário expor todas as fêmeas em idades jovens. A mensuração da taxa de prenhez por meio da prenhez aos 16 meses é indicada, uma vez que esta característica apresenta variabilidade genética alta e deve responder eficientemente à seleção, com possibilidades de rápido ganho genético.

As características prenhez aos 16 meses e idade ao primeiro parto são determinadas em grande parte por genes diferentes.

Literatura Citada

- DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.370-373, 2004a.
- DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.97-102, 2004b.
- DONOGHUE, K.A.; REKAYA, R.; BERTRAND, J.K. et al. Genetic evaluation of calving to first insemination using natural and artificial insemination mating data. **Journal of Animal Science**, v.82, n.2, p.362-367, 2004
- DOYLE, S.P.; GREEN, R.D.; GOLDEN, B.L. et al. Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus females. **Journal of Animal Science**, v.78, n.8, p.2091-2098, 2000.
- ELER, J.P.; SILVA, J.A.II V.; FERRAZ, J.B.S. et al. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal of Animal Science**, v.80, n.4, p.951-954, 2002.
- ELER, J.P.; SILVA, J.A.II V.; EVANS, J.L. et al. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.82, n.9, p.2519-2527, 2004.
- EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M. et al. Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, n.10, p.2621-2628, 1999.
- GOLDEN, B.L.; SNELLING, W.M.; MALLINCKRODT, C.H. **Animal breeder's tool kit user's guide and reference manual**. Colorado State Univ. Agric. Exp. Sta, Fort Collins. 1992. 75p. (Tech. Bull., LTB92-2)
- MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G. et al. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, v.82, n.2, p.376-384, 2003.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.
- SEMMELMANN, C.E.N.; LOBATO, J.F.P.; ROCHA, M.G. Efeito de sistemas de alimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore acasaladas aos 17/18 meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.835-843, 2001.
- SILVA, J.A.II V.; MELIS, M.H.V.; ELER, J.P. et al. Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura da garupa em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1141-1146, 2003.
- Van KAAM, J.B.C.H.M. **GIBANAL** – Analyzing program for Markov Chain Monte Carlo sequences. Version 2.4, Netherlands: 1997.
- Van TASSELL, C.P.; Van VLECK, L.D.; GREGORY, K.E. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a multiple-trait threshold model and Gibbs sampling. **Journal of Animal Science**, v.76, n.8, p.2048-2061, 1998.

Recebido em: 27/11/04

Aceito em: 31/03/05