

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA DIAS AO PARTO, DATA DO PARTO E SUCESSO AO PARTO EM REBANHOS EXPERIMENTAIS DA RAÇA NELORE¹

MARIA EUGÊNIA ZERLOTTI MERCADANTE², ALEXANDER GEORGE RAZOOK^{2,3}, JOSLAINE NOELY DOS SANTOS GONÇALVES
CYRILLO², LEOPOLDO ANDRADE DE FIGUEIREDO²

¹Recebido para publicação em 17/02/05. Aceito para publicação em 31/05/05.

²Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Bovinos de Corte, Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Rodovia Carlos Tonani (SP-333) Km 94, Caixa postal 63, CEP 14160-00, Sertãozinho, SP.

E-mail: mezmerca@ig.com.br

³Bolsista CNPq

RESUMO: Dados de três rebanhos experimentais de bovinos Nelore foram analisados para estimar parâmetros genéticos de três características de fertilidade de matrizes: dias ao parto (DIAP), data do parto (DATAP) e sucesso ao parto (SP). Os 7.951 registros de 1.575 vacas foram obtidos de 1978 a 2000 e até 12 registros estavam disponíveis por animal. DIAP foi calculado como o intervalo da data do parto e a data do início da estação de monta, DATAP foi calculado como sendo 1 a data do primeiro parto do ano e assim sucessivamente dentro de ano, e para ambas características as vacas que participaram da estação de monta e não pariram receberam um registro predito, com base no maior valor de DIAP ou DATAP observado no grupo de monta. SP foi considerado como característica binomial (1 para parto e 0 para falha ao parto). As três características foram analisadas assumindo um modelo de repetibilidade em análises univariadas. O modelo incluiu os efeitos genético aditivo direto, ambiente permanente do animal e erro como aleatórios, e os efeitos de ano de entrada na estação de monta, rebanho, idade, estado reprodutivo anterior e peso da vaca no início da estação de monta como fixos. Os componentes de variância foram estimados usando metodologia de máxima verossimilhança para DIAP e DATAP e metodologia de máxima verossimilhança aproximada, em modelo de limiar, para SP. As estimativas de herdabilidade foram $0,15 \pm 0,02$, $0,16 \pm 0,02$ e $0,19 \pm 0,03$ para DIAP, DATAP e SP, respectivamente. As correlações de ordem entre os valores genéticos preditos para DIAP e SP foram $-0,89$ para touros e $-0,90$ para todos os animais. A correlação alta e favorável entre os valores genéticos preditos para DIAP e SP, além dos valores próximos de herdabilidade, sugere grande similaridade entre as características e a decisão de que característica utilizar para avaliação reprodutiva de matrizes vai depender das informações disponíveis.

Palavras-chave: valor genético, herdabilidade, Nelore, reprodução.

GENETIC PARAMETERS FOR DAYS TO CALVING, CALVING DATA AND CALVING SUCCESS OF EXPERIMENTAL HERDS OF NELORE CATTLE

ABSTRACT: Data from three experimental herds of Nelore cattle were analyzed to estimate genetic parameters for three fertility traits of cows: days to calving (DIAP), calving date (DATAP) and calving success (SP). The 7,951 records of 1,575 cows were obtained from 1978 to 2000 and up to 12 records by animal were available. DIAP was computed as the interval between calving date and the date of the beginning of the breeding season, DATAP was computed designing 1 to the first calving of the year and then successively, and non-calved cows received a predicted record according to higher observed record within breeding group. SP was considered as binomial trait (one for calving and zero for failure to calve). The three traits were analysed assuming a repeated model in single-trait analysis. The model included additive genetic effects, permanent environment and error as random, year of the beginning of the breeding season, herd, age, previous reproductive status and cow weight at the beginning of the breeding season as fixed effects. The variance

components were estimated using REML methodology for DIAP and DATAP and quasi-REML in threshold model for SP. Estimates of heritabilities were 0.15 ± 0.02 ; 0.16 ± 0.02 and 0.19 ± 0.03 for DIAP, DATAP and SP, respectively. The rank correlations between the expected breeding values for the DIAP and SP were -0.89 for sires and -0.90 for all animals. The high and desirable correlation between the expected breeding values for DIAP and SP, together with their similar heritabilities, suggests a quite similarity between both traits, and the decision of what trait to choose for the reproductive evaluation of the cows will depend on available information in the record systems.

Keywords: breeding values, heritability, Nelore, reproduction.

INTRODUÇÃO

Nas atuais avaliações genéticas de bovinos de corte no Brasil, diferenças esperadas na progênie para várias características de crescimento têm sido regularmente relatadas. No que se refere à fertilidade das vacas no decorrer de sua vida produtiva, os sumários de touros da raça Nelore têm publicado anualmente diferenças esperadas na progênie para as características duração da gestação e produtividade acumulada (LÓBO *et al.*, 2003); capacidade de permanência da matriz no rebanho (CFM, 2003) e intervalo de partos (ABCZ/EMBRAPA, 2001), entretanto, características mais simples como dias ao parto (DIAP), ou equivalentemente data do parto (DATAP), e sucesso ao parto (SP) tem sido defendidas como mais adequadas e de uso mais prático para bovinos de corte em sistema de monta natural (PONZONI, 1992; JOHNSTON e GRASER, 1998).

A dificuldade em se definir uma característica reprodutiva que descreva satisfatoriamente o desempenho reprodutivo das matrizes advém das informações disponíveis nos sistemas de registro de desempenho animal. Em geral, não há nos bancos de dados das associações registros relativos a habilidade reprodutiva das vacas, exceto aqueles registros que podem ser deduzidos pela data de nascimento dos bezerros. Informações para a obtenção da característica SP podem ser naturalmente obtidas quando os bezerros são registrados, enquanto que informações para a característica DIAP nem sempre estão disponíveis, como a data da entrada na estação de monta.

A escolha entre DIAP ou DATAP e SP pode ser influenciada por considerações de natureza operacional, como facilidade de incorporação das informações no sistema de registro de determinada raça ou programa de melhoramento, e pelo nível de

entendimento e aceitação da característica pelos criadores (PONZONI, 1992), além da implicação referente à variabilidade genética aditiva das características.

Estimativas de herdabilidade para DIAP e DATAP na raça Nelore, variando entre 0,06 a 0,11, têm sido relatadas na literatura (PEREIRA *et al.*, 2000; GRESSLER *et al.*, 2000; REYES *et al.*, 2001; FORNI *et al.*, 2003; MERCADANTE *et al.*, 2002). Entretanto, para a característica SP elas são praticamente inexistentes (MERCADANTE *et al.*, 2003).

O objetivo do trabalho foi estimar parâmetros genéticos e fenotípicos para DIAP, DATAP e SP em rebanhos da raça Nelore, assim como avaliar possíveis similaridades e vantagens de utilização dessas características em avaliações genéticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados em três rebanhos experimentais da raça Nelore pertencentes à Estação Experimental de Zootecnia de Sertãozinho, São Paulo, Nelore Controle (NeC), Nelore Seleção (NeS) e Nelore Tradicional (NeT). Desde 1981 os machos e as fêmeas desses rebanhos são selecionados para peso ao sobreano dentro de rebanho e ano de nascimento. Nos rebanhos selecionados NeS e NeT, os animais com pesos ao sobreano mais altos são selecionados, enquanto que no rebanho NeC, são retidos os animais com diferencial de seleção em torno da média. Nos três rebanhos (NeC, NeS e NeT) cerca de 50 a 60% das fêmeas e 7% dos machos nascidos são selecionados. Os animais são colocados em reprodução aos dois anos de idade em monta natural em pastagem por 90 dias (15 de novembro a 15 de fevereiro), em lotes individuais de 15 a 18 vacas/touro para os touros de dois anos de idade, e 24 a 26 vacas/touro para os touros de três anos de

idade. Os touros são descartados após dois anos de uso e as matrizes o são devido a problemas de saúde, devido a falha em parir por dois anos consecutivos, ou devido a idade avançada, ao redor de 13 anos. Mais detalhes foram descritos por MERCADANTE *et al.* (2003).

Foram analisados 7.951 registros repetidos de 1.575 vacas, nascidas entre 1960 e 1998 e participantes das estações de monta de 1978 a 2000. O número de registros por vaca variou de 1 a 12. Os registros de DIAP foram obtidos a partir da diferença entre a data do parto e a data do início da estação de monta. Foram descartados registros provenientes de abortos, natimortos e partos ocorrendo fora da estação normal de nascimento decorrentes de monta não controlada. Os registros das vacas que falharam, ou seja, as que tinham registro da data da entrada na estação de monta mas não tinham registro da data do parto, foram incluídos com base no maior valor de DIAP dentro do grupo de monta na qual a fêmea se incluía, acrescido de 21 dias, conforme recomendado por JOHNSTON e BUNTER (1996). O grupo de monta para a designação do valor para as fêmeas não paridas foi formado pelo ano de entrada na estação de monta e o touro em monta, e somente foram usados para este fim se nesse grupo houvesse pelo menos quatro registros de DIAP. Adicionalmente, foram calculados registros de DATAP, considerando como 1 a data do primeiro parto do ano e assim sucessivamente dentro de ano. Os registros de DATAP para as vacas que não pariram foram incluídos do mesmo modo que para DIAP, ou seja, somando-se 21 dias ao maior registro observado de DATAP dentro do grupo de monta (ano de entrada na estação de monta e touro). Segundo PONZONI (1992), DIAP e DATAP são basicamente a mesma característica, mas o uso da data do parto seria preferível uma vez que não envolve seleção para redução do período de gestação, que pode não ser desejável em algumas situações. Na prática, DATAP seria mais fácil de ser obtida pois não necessita da informação da data de início da estação de monta, dificilmente disponível nos bancos de dados.

Os registros de sucesso ao parto (SP) foram obtidos diretamente das informações de parto, sendo igual a 1 (parida) ou 0 (não parida). Para essa característica não há necessidade de descartar registros de aborto, natimorto e partos fora da estação de nascimento, como feito para DIAP e DATAP, pois o registro de SP é independente da data do parto. O modelo de análise incluiu os efeitos fixos de reba-

nho (1, 2, 3), ano de entrada na estação de monta (1978, ..., 2000), idade da vaca na entrada da estação de monta (2, ..., 9 anos), estado reprodutivo anterior (0=não parida, 1= parida), e peso da vaca na entrada da estação de monta como uma covariável (efeito linear). Não foram consideradas interações entre os efeitos principais para evitar subclasses sem variação para a característica SP, ou seja, subclasses somente com 0 ou 1. Um modelo animal foi usado para as três características, com os efeitos aleatórios genético aditivo direto, ambiente permanente do animal e erro, com a matriz de parentesco contendo 6.594 animais, sendo a população base (410 animais) formada pelos pais dos touros e matrizes usados de 1978 a 1980.

Os componentes de variância de DIAP e DATAP foram estimados por máxima verossimilhança restrita (REML) e os da característica SP foram estimados por máxima verossimilhança restrita aproximada (quasi-REML), em análises univariadas utilizando o programa ASREML (GILMOUR *et al.*, 1999).

SP foi analisado considerando sua natureza binomial, com função de ligação probit em modelo linear generalizado misto, também chamado de modelo de limiar. A função de ligação representa um modelo biológico da média, ou seja, assume-se que as respostas binomiais observáveis (0 ou 1) sejam manifestações de processos subjacentes contínuos não observáveis, isto é, a característica categórica observável (sucesso ao parto) tem uma distribuição contínua subjacente não observável. A variável subjacente pode ser vista neste caso como a fertilidade, isto é, quando a fertilidade está acima de um certo valor chamado de limiar, ocorre a prenhez, SP=1, e quando a fertilidade está abaixo deste limiar a prenhez não ocorre, SP=0, (FALCONER e MACKAY, 1996). No modelo com ligação probit a variância residual na escala subjacente é tomada como uma unidade da medida, $\sigma^2=1$, entretanto o ASREML permite que $\sigma^2 \neq 1$ seja usada em casos de sub ou superdispersão dos resíduos.

Os valores genéticos (VG) para DIAP, DATAP e SP foram estimados após convergência, e esta foi assumida quando o valor do log da verossimilhança mudou menos que 0,002 entre duas iterações consecutivas. O programa ASREML fornece as soluções dos efeitos fixos e os VG para a característica SP na escala subjacente, e estes valores foram transformados para a escala de probabilidade tomando a função densidade da normal acumulada, função

PROBNORM do SAS (2000), e são mostrados como desvio de 50% para gerar valores positivos e negativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias observadas foram 342 ± 37 dias, 58 ± 37 dias e $77 \pm 42\%$, respectivamente, para as características DIAP, DATAP e SP. PEREIRA *et al.* (2000), REYES *et al.* (2001) e FORNI *et al.* (2003) descreveram médias de DIAP, na raça Nelore, iguais a 323 ± 25 , 358 ± 47 e 304 ± 29 dias, respectivamente. BERGMANN *et al.* (1998) relataram médias de 62 ± 32 e 72 ± 31 dias para o primeiro e segundo desempenho de DATAP de novilhas Nelore.

Todos os efeitos fixos incluídos no modelo foram significativos ($p < 0,01$) para as três características estudadas. Pelo fato das soluções estimadas dos efeitos fixos e das soluções preditas do animal para as características DIAP e DATAP terem sido muito próximas, somente as obtidas na análise de DIAP serão apresentadas. As soluções de ano de entrada na monta e de idade das vacas na monta são mostradas nas Figuras 1 e 2, respectivamente, expressando o antagonismo existente entre as medidas das duas características, ou seja, subclasse com desvio negativo de DIAP apresenta desvio positivo para SP, e vice-versa.

Na Figura 1 observa-se aumento de DIAP, e diminuição de SP, no decorrer dos anos, fato que pode ser explicado, em parte, pela redução da qualidade da forragem devido à degradação natural das pastagens.

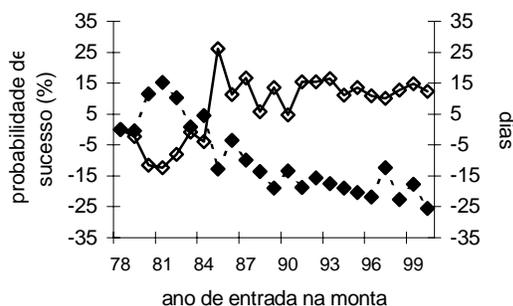


Figura 1. Efeito de ano de entrada na estação de monta sobre dias ao parto (DIAP, \diamond) e sucesso ao parto (SP, \lozenge), como desvios do ano de 1978

Na Figura 2 observa-se que vacas de 2, 3 e 4 anos de idade na entrada da estação de monta apresentaram pior desempenho reprodutivo quando comparadas com vacas de idade mais avançada. Em relação ao efeito do estado reprodutivo anterior, as vacas paridas apresentaram, em média, aumento de 25 ± 1 dias no DIAP e decréscimo de $-27 \pm 2\%$ em SP, quando comparadas com as vacas não paridas no ano anterior. Quanto ao efeito do peso da vaca na entrada da estação de monta, para cada quilograma adicional foi observado um decréscimo de $-0,03 \pm 0,01$ dias em DIAP e um aumento de $0,04 \pm 0,01\%$ em SP.

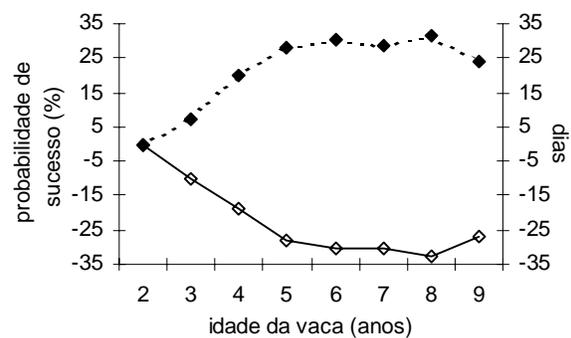


Figura 2. Efeito da idade da vaca na entrada da estação de monta sobre dias ao parto (DIAP, \lozenge) e sucesso ao parto (SP, \diamond), como desvios da classe de 2 anos de idade

A estimativa de herdabilidade para DIAP ($0,15 \pm 0,02$) foi menor que a estimada para SP ($0,19 \pm 0,04$), desconsiderando o valor do erro-padrão das estimativas. As estimativas de repetibilidade seguiram a mesma tendência ($0,21 \pm 0,01$ para DIAP e $0,29 \pm 0,02$ para SP). Como esperado, estas estimativas para DATAP ($0,16 \pm 0,02$ e $0,23 \pm 0,01$, respectivamente para herdabilidade e repetibilidade) foram muito semelhantes aos valores estimados para DIAP.

A distribuição dos resíduos de SP não foi perfeitamente ajustada a uma distribuição binomial, gerando uma sub-dispersão ($\phi = 0,86$). A herdabilidade estimada para SP sob modelo gaussiano foi igual a $0,08 \pm 0,02$, semelhante ao valor descrito por MEYER *et al.* (1990), usando o mesmo tipo de análise. Para DIAP na raça Nelore, PEREIRA *et al.* (2000), REYES *et al.* (2001) e FORNI *et al.* (2002) encontraram valores menores de herdabilidade ($0,07$, $0,12$ e $0,09$, respec-

tivamente) que os estimados no presente estudo. GRESSLER *et al.* (2000) relataram herdabilidades também menores que a estimada neste estudo, iguais a $0,11 \pm 0,05$ e $0,07 \pm 0,08$ para o primeiro e segundo desempenho de DATAP de novilhas Nelore.

Os valores genéticos preditos e os valores de acurácia para DIAP e SP, são apresentados na Figura 3 e Figura 4, respectivamente. Mesmo com unidades diferentes, isto é, DIAP expresso em dias e

SP em porcentagem de probabilidade como desvio de 50, os valores genéticos preditos foram similares. Entretanto, a acurácia dos valores genéticos foi maior para DIAP que para SP. A explicação para este fato é que SP tem distribuição binomial com valores iguais a zero ou um, e, portanto, há potencialmente menor número de informações para cada animal em SP que em DIAP que tem distribuição contínua. A acurácia dos valores genéticos de características de limiar como SP é sempre menor, e isso pode ser um problema na avaliação de touros.

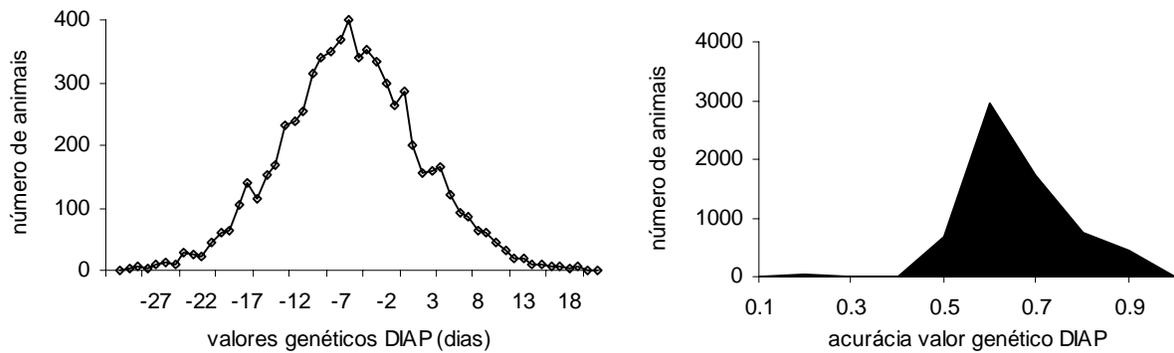


Figura 3. Distribuição das estimativas dos valores genéticos para dias ao parto (DIAP) e respectivas acurácias

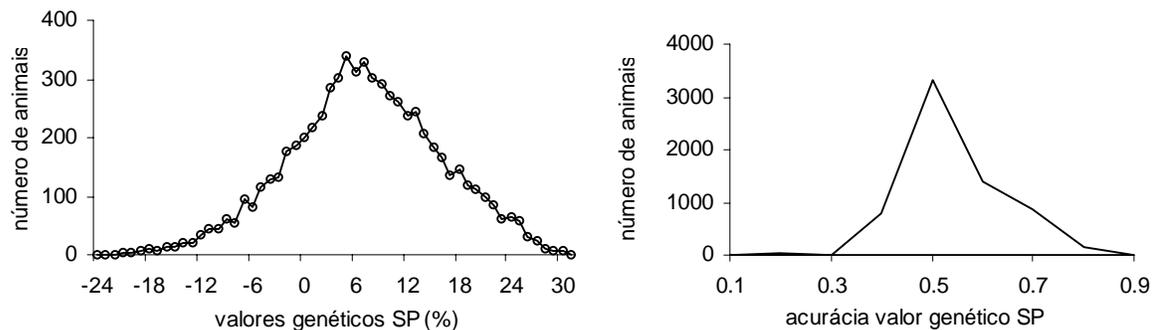


Figura 4. Distribuição das estimativas dos valores genéticos para sucesso ao parto (SP) e respectivas acurácias

Observa-se, ainda nas Figuras 3 e 4, que a distribuição dos valores genéticos preditos para ambas características não é simétrica, tendo maior densidade nos valores mais baixos para DIAP, e nos valores mais altos para SP, quando comparados ao lado oposto da distribuição. Essa pequena tendência de melhora na média dos valores genéticos dos animais para ambas características pode ser também observada na Figura 5, onde estão plotadas as médias dos valores genéticos dos animais para DIAP e SP, por ano de nascimento, como desvios da população base.

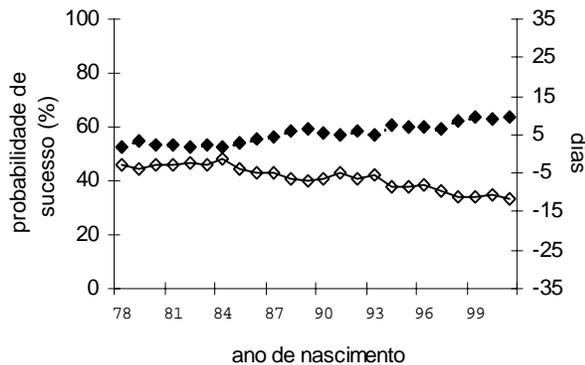


Figura 5. Médias dos valores genéticos preditos, por ano de nascimento dos animais, para dias ao parto (DIAP, \circ) e sucesso ao parto (SP, \diamond), como desvios dos valores genéticos dos animais da população base

A correlação entre as classificações dos animais com relação ao respectivo valor genético predito para DIAP e SP foi alta, igual a $-0,89$ para touros e $-0,90$ para todos os animais, mostrando novamente a grande similaridade entre as duas características. Para a característica DATAP, a correlação entre a classificação dos valores genéticos de todos os animais foi igual a $0,99$ com DIAP e $-0,88$ com SP. JOHNSTON e BUNTER (1996), ao analisarem dias ao parto e sucesso ao parto do primeiro desempenho, encontraram correlação entre os valores genéticos preditos igual a $-0,97$, apesar de não terem considerado a natureza binomial da característica sucesso ao parto.

A escolha entre DIAP e SP como uma característica indicadora da fertilidade das matrizes durante sua vida útil pode ser influenciada por vários fato-

res. Esses fatores podem estar relacionados a implicações práticas inerentes a grandes rebanhos ou a associações de criadores responsáveis pela coleta e consistência dos registros, no que diz respeito à facilidade de mensuração da característica. A característica SP pode ser facilmente obtida a partir da data de nascimento dos bezerros e pode também ser analisada em rebanhos onde não se tem bem definida uma estação de monta, ou mesmo naqueles em que há, após a estação de monta, repasse das vacas vazias com outros touros. A característica DIAP, ou equivalentemente DATAP, requer período curto de monta, ou pelo menos bem definido. Para SP os registros das vacas não paridas são naturalmente incluídos, enquanto que para DIAP têm que ser projetados por alguma metodologia. Assim, SP parece ser mais indicado para ser usado como critério de seleção para fertilidade das matrizes, em comparação à DIAP, apesar do primeiro apresentar distribuição binomial, que pode ser uma desvantagem. Os modelos de limiar podem apresentar grandes problemas na análise de pequenos rebanhos e/ou com modelos altamente parametrizados, fornecendo valores genéticos menos acurados (GILMOUR, 2001), mas alguns dos problemas, como implementação de análises multivariadas, têm sido solucionados com o uso de inferência bayesiana em modelos de limiar (SILVA *et al.*, 2002).

Além disso, SP pode não funcionar bem em rebanhos em que todas as vacas vazias são descartadas, isto é, situação em que a vaca apresenta uma só falha ao parto e é descartada. Nestes casos, a incidência de vacas com SP igual a zero é muito baixa, o que pode ocasionar problema de convergência nos modelos de limiar.

De qualquer modo, RUST e GROENEVELD (2001), em revisão de parâmetros genéticos de características de fertilidade de fêmeas em bovinos de corte, consideraram que as características que podem ser incluídas em avaliações genéticas quando os rebanhos são manejados em sistemas extensivos ou semi-extensivos são mesmo as menos compostas, ou seja, taxa de parição, sucesso ao parto, sobrevivência do bezerro, dias ao parto, data do parto, entre outras, mas deixam evidente que a característica de escolha deve ser influenciada pelo sistema de manejo.

CONCLUSÃO

Visando a avaliação genética da fertilidade das matrizes, a escolha da característica sucesso ao par-

to como critério de seleção é justificada pela grande similaridade com as características dias ao parto e data do parto, pela facilidade de obtenção das informações necessárias para a avaliação e pelos coeficientes de herdabilidade e repetibilidade obtidos neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCZ.EMBRAPA. Sumário de Touros. Avaliação Nacional de Touros das Raças Zebuínas. Raça Nelore. Edição 2001. Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu e EMBRAPA Gado de Corte, 2001. (CD-ROM)
- BERGMANN, J.A.G.; GRESSLER, S.L.; PEREIRA, C.S. et al. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre algumas características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estação de monta restrita. *Arq. Bras. Méd. Vet. Zoot.*, Belo Horizonte, v.50, p.633-645, 1998.
- CFM. Sumário de Touros Nelore CFM 2003 / publicação da Agro-Pecuária CFM. – São José do Rio Preto: Agro-Pecuária-CFM, 2003. 49 p.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. Essex: Longman, 1996. 464 p.
- FORNI, S.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Análise genética da característica dias para o parto em bovinos da raça Nelore. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, v. 11, p.143-148, 2003.
- GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. et al. Estudo das associações entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.29, p.427-437, 2000.
- GILMOUR, A.R. 28/09/2001. <http://www.chiswick.anprod.csiro.au/lists/asremi>
- GILMOUR, A.R.; Cullis, B.R.; Welham, S.J. et al. *ASREML Reference Manual*. Australia: New South Wales Agriculture, 1999. 232 p.
- JOHNSTON, D.J.; BUNTER, K. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. *Livest. Prod. Sci.*, Amsterdam, v.45, p.13-22, 1996.
- JOHNSTON, D.J.; GRASER, H.U. Genetic evaluations of fertility for Australian beef cattle. In: *WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION*, 6., Armidale, 1998. *Proceedings...* Armidale: WCGALP, 1998. (CD-ROM)
- LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. et al. Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes. Ribeirão Preto: EMAC/FMRP-USP, 2003. 94 p.
- 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. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.81, p.376-384, 2003.
- MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G. et al. Dias ao parto de fêmeas Nelore de um experimento de seleção para crescimento. I – Modelo de repetibilidade. *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.31, p.1715-1725, 2002.
- MEYER, K.; HAMMOND, K.; PARNELL, P.F. et al. Estimates of heritability and repeatability for reproductive trait in Australian beef cattle. *Livest. Prod. Sci.*, Amsterdam, v.25, p.15-30, 1990.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Rev. Bras. Zoot.*, Viçosa, v.29, p.1676-1683, 2000.
- PONZONI, R.W. Which trait for genetic improvement of beef cattle reproduction: calving rate or calving day? *J. Anim. Breed. Genet.*, v.109, p.119-128, 1992.
- REYES, A.B.; MAGNABOSCO, C.U.; LÔBO, R.B. et al. Variabilidad genética de dias al parto y sus relaciones com otros rasgos reproductivos y de crecimiento en hembras Nelore. In: *REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL*, 17., Habana, 2001. *Annales...* Habana: ALPA, 2001. (CD-ROM)
- RUST, T.; GROENEVELD, E. Variance component estimation on female fertility traits in beef cattle. *South Afr. Anim. Sci.*, v.31, p.131-141, 2001.
- SAS INSTITUTE. *SAS/STAT 2000: version 8*. Cary : 2000.
- SILVA, J.A. II V.; OLIVEIRA, H.N.; ELER, J.P. et al. Parâmetros genéticos de prenhez de novilhas aos 14 meses e de perímetro escrotal de machos Nelore usando inferência bayesiana. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL*, 4., Campo Grande, 2002. *Anais...* Campo Grande: SBMA, 2002. (CD-ROM)