

Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore

[*Estimates of heritability and genetic trends for growth and reproduction traits in Nelore cattle*]

M.M.M. Laureano¹, A.A. Boligon^{2*}, R.B. Costa², S. Forni³, J.L.P. Severo⁴, L.G. Albuquerque^{5,6}

¹Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia - UFAM – Parintins, AM

²Aluno de pós-graduação - FCAV-UNESP – Jaboticabal, SP

³Genus PLC – Hendersonville, Tennessee, EUA

⁴GenSys Consultores Associados S/C Ltda. – Porto Alegre, RS

⁵Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP – Jaboticabal, SP

⁶Pesquisadora de CNPq e do INCT-CA

RESUMO

Foram estimados os coeficientes de herdabilidade e a mudança genética para peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), ganho de peso do nascimento à desmama (GND), ganho de peso da desmama ao sobreano (GDS), perímetro escrotal (PE) e idade ao primeiro parto (IPP) em animais da raça Nelore. Foram utilizados dados de 128.148 animais nascidos entre 1984 e 2006. Os componentes de variância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, e os valores genéticos foram preditos por modelos mistos aplicando-se modelo animal bicaracterística, incluindo peso à desmama em todas as análises. As tendências genéticas foram estimadas pela regressão dos valores genéticos sobre o ano de nascimento dos animais. Os coeficientes de herdabilidade do efeito direto estimados foram de 0,23 (0,07) (PD); 0,24 (0,02) (PS); 0,21 (0,01) (GND); 0,23 (0,01) (GDS); 0,46 (0,02) (PE) e 0,15 (0,01) (IPP). As tendências genéticas diretas estimadas foram de 0,171 (0,01); 0,219 (0,02); 0,186 (0,03) e 0,224 (0,02) kg/ano para PD, PS, GND e GDS, respectivamente, o que representa incrementos de 0,10; 0,08; 0,13 e 0,22% nas médias das mesmas características ao ano, respectivamente. Para o PE e a IPP no período de 1984 a 1995, as tendências genéticas foram nulas, com valores de 0,011 (0,03) cm/ano e -0,003 (0,06) dias/ano, respectivamente. No segundo período considerado (1996 a 2006), as tendências genéticas para PE e IPP foram de 0,069 (0,01) cm/ano e -3,024 (0,04) dias/ano, respectivamente, indicando melhorias consideráveis em tais características. Esses valores sugerem que características produtivas e reprodutivas, quando utilizadas como critério de seleção, proporcionam progresso genético no rebanho, sendo indicadas para seleção de animais da raça Nelore.

Palavras-chave: ganho de peso, idade ao primeiro parto, peso à desmama, peso ao sobreano, perímetro escrotal

ABSTRACT

The heritability coefficients and genetic trends for weaning weight (WW), post-yearling weight (PW), average gains from birth to weaning (GBW), average gains from weaning to post-yearling (GWP), scrotal circumference (SC), and age at first calving (AFC) were estimated in Nelore cattle. Variance components and heritability coefficients were estimated by restricted maximum likelihood and breeding values were predicted fitting bivariate animal models, always including weaning weight. Data from 128,148 animals born from 1984 to 2006 were used. Genetic trends for each trait were estimated by regression of breeding values on the animal birth year. Heritability estimates for direct effect were 0.23 (0.07) for WW; 0.24 (0.02) for PW; 0.21 (0.01) for GBW; 0.23 (0.01) for GWP; 0.46 (0.02) for SC; and 0.15 (0.01) for AFC. The direct genetic trends were 0.171 (0.01); 0.219 (0.02); 0.186 (0.03); and 0.224 (0.02) kg per year, for WW, PW, GBW, and GWP, respectively, corresponding to increases of 0.10, 0.08,

Recebido em 27 de setembro de 2009

Aceito em 28 de dezembro de 2010

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: arioneboligon@yahoo.com.br

0.13, and 0.22% in the means of the same traits per year, respectively. In the first period (1984 to 1995), the SC and AFC genetic trends were null, with values of 0.011 (0.03) cm/year and -0.003 (0.06) days/year, respectively. Moreover, in the other period (1996 to 2006), the genetic trends of SC and AFC were 0.069 (0.01) cm/year and -3.024 (0.04) days/year, respectively. These values suggest that productive and reproductive traits, when used as selection criteria, result in genetic progress of the herd. Thus, they are indicated for selection of Nelore cattle.

Keywords: average gains, age at first calving, weaning weight, post-yearling weight, scrotal circumference

INTRODUÇÃO

As características de crescimento e reprodução são importantes na determinação da eficiência econômica de qualquer sistema de produção de bovinos de corte. Nesse contexto, as características de crescimento, pesos à desmama e ao sobreano e ganho de peso em diferentes idades destacam-se como critério de seleção, pois, além de apresentarem herdabilidades que variam de média a alta magnitude, o que pode proporcionar maiores ganhos genéticos por geração, são bons indicadores do potencial de crescimento dos animais em idades mais avançadas.

Atualmente, várias características reprodutivas foram incluídas como critério de seleção em programas de melhoramento de gado de corte, como, por exemplo, o perímetro escrotal. Segundo Silva et al. (2000), o perímetro escrotal é característica de fácil mensuração, está associado à fertilidade e possui correlações genéticas favoráveis com outras características reprodutivas e de crescimento, principalmente nos machos. Por outro lado, Pereira et al. (2002) e Boligon et al. (2007) observaram correlação genética baixa entre o perímetro escrotal e algumas características reprodutivas das fêmeas, como a idade ao primeiro parto, indicando que a seleção somente para o perímetro escrotal pode não ser uma boa alternativa quando se busca melhoria no desempenho reprodutivo do rebanho.

A seleção conjunta de perímetro escrotal com características reprodutivas de fêmeas, como, por exemplo, idade ao primeiro parto em avaliações genéticas, pode ser uma alternativa para aumentar a eficiência reprodutiva das matrizes de

corte (Azevêdo et al., 2006). As fêmeas com menor idade ao primeiro parto ficam menos tempo ociosas no rebanho, o que implica aumento do número de bezerros nascidos e, por consequência, maior retorno econômico ao produtor.

Independente das características incluídas nos índices de seleção, há necessidade de acompanhamento da evolução genética dos rebanhos, para verificar a efetividade do processo de seleção. Uma das maneiras de monitorar esses resultados é feita pelo estudo da tendência genética de características sob seleção direta ao longo dos anos, bem como de características correlacionadas, permitindo um redirecionamento das características selecionadas no programa de melhoramento, quando necessário.

Este estudo foi realizado com o objetivo de estimar os parâmetros genéticos e as tendências genéticas para características de crescimento pré e pós-desmama e reprodutivas de machos e fêmeas na raça Nelore.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados registros de 128.148 animais da raça Nelore, nascidos entre os anos de 1984 e 2006, provenientes de uma empresa agropecuária que se dedica à bovinocultura de corte, localizada no estado de São Paulo.

No rebanho estudado, os animais são avaliados e selecionados à desmama (próximo aos sete meses de idade) e ao sobreano (próximo aos 17 meses de idade). No sobreano, também é feita a mensuração do perímetro escrotal. Em cada período de avaliação, 10% das fêmeas e 50%

Estimativas de herdabilidade...

dos machos são descartados. Assim, aproximadamente 81% das fêmeas e 25% dos machos nascidos anualmente permanecem no rebanho ou são comercializados como

reprodutores. Cabe ressaltar que até 1991 não ocorria seleção pós-desmama nesse rebanho. Atualmente, são consideradas as seguintes ponderações na composição do índice de seleção:

$$IS = [(23 * PD160) + (4 * CD) + (8 * PD) + (8 * MD) + (23 * PD240) + (4 * CS) + (8 * PS) + (8 * MS) + (14 * PE)] / 100, \text{ em que:}$$

IS= índice de seleção; PD160= precocidade em dias para ganhar 160kg do nascimento à desmama; CD= conformação à desmama; PD= precocidade à desmama; MD= musculosidade à desmama; PD240= precocidade em dias para ganhar 240kg pós-desmama; CS= conformação ao sobreano; PS= precocidade ao sobreano; MS= musculosidade ao sobreano; PE= perímetro escrotal medido ao sobreano.

O sistema de produção da empresa baseia-se na utilização de pastagens tropicais. No manejo reprodutivo, são realizadas duas estações de monta, sendo a primeira iniciada em fevereiro e a segunda em novembro. A primeira monta inicia-se em fevereiro, participando as novilhas com idade próxima aos 17 meses e machos de diferentes idades, selecionados e aprovados no exame andrológico. As novilhas que não emprenham participam, novamente, da segunda estação de monta, juntamente com as matrizes do plantel. As vacas que não emprenham na segunda estação de monta são descartadas do rebanho.

As características utilizadas neste estudo foram: peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), ganho de peso do nascimento à desmama (GND), ganho de peso da desmama ao sobreano (GDS), perímetro escrotal (PE) e idade ao primeiro parto (IPP).

Os grupos de contemporâneos considerados para cada característica são descritos a seguir: PD e o GND: fazenda de nascimento, fazenda da desmama, grupo de manejo ao nascimento, grupo de manejo à desmama, ano e mês de nascimento e sexo. Além desses, para o PS e o GDS foram incluídos, no grupo de contemporâneo, a fazenda do sobreano e grupo de manejo ao sobreano. Para o PE, o grupo de contemporâneo foi o mesmo descrito para o PS e o GDS, porém sem a inclusão do sexo. Para a IPP, o grupo de contemporâneo foi o mesmo descrito para o PE, com a inclusão do tipo de serviço (monta natural ou inseminação artificial).

Grupos de contemporâneos com menos de quatro observações foram excluídos, totalizando 3.129 (PD); 2.469 (PS); 1.773 (GND); 2.414 (GDS); 986 (PE) e 1.780 (IPP) grupos de contemporâneos. Além do efeito fixo de grupo de contemporâneos, foram consideradas como covariáveis a idade do animal no momento da pesagem (exceto para GND e GDS) e a idade da mãe ao parto (efeitos linear e quadrático). Para GND e GDS, também foram utilizados como covariáveis o número de dias do nascimento à desmama e o número de dias da desmama ao sobreano, respectivamente.

Os componentes de (co)variâncias foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, utilizando-se o programa computacional MTDFREML (Boldman et al., 1995) e empregando-se modelo animal uni e bicaracterística. As análises bicaracterísticas foram realizadas sempre com peso à desmama com o objetivo de minimizar os efeitos da seleção. Nos modelos utilizados, foram considerados como efeitos aleatórios os efeitos genético aditivo direto e residual. Além desses, para peso à desmama, peso ao sobreano, ganho de peso do nascimento à desmama e ganho de peso da desmama ao sobreano, foram também considerados os efeitos genético aditivo materno e de ambiente permanente materno.

Na forma matricial, o modelo geral pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Z_a a + Z_m m + Z_c c + e, \text{ em que:}$$

y é o vetor dos caracteres observados; β é o vetor dos efeitos fixos; a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos diretos; m é o vetor dos efeitos genéticos aditivos maternos; c é o vetor do efeito de ambiente permanente materno, e e é o vetor dos efeitos residuais; X , Z_a e Z_m são as matrizes de incidência relacionando β , a , m , c a y . Assumiu-se que $E[y]=X\beta$; $\text{Var}(a)=A \otimes \Sigma_a$, $\text{Var}(m)=A \otimes \Sigma_m$, $\text{Var}(c)=A \otimes \Sigma_c$ e $\text{Var}(e)=I_N \otimes$

Σ_e , em que: Σ_a é a matriz de covariância genética aditiva direta; Σ_m é a matriz de covariância genética aditiva materna; Σ_c é a matriz de covariância genética de ambiente permanente materno; Σ_e é a matriz de covariância residual; A é a matriz de parentesco; I é a matriz identidade e \otimes denota o produto direto entre as matrizes. Assumiu-se que os vetores a , m , c e e não são correlacionados entre si.

Os valores genéticos para cada característica foram estimados e utilizados para obter estimativa da tendência genética anual por contrastes ortogonais, como mostrado por Johnson et al. (1999) e Pereira et al. (2008), empregando-se o programa computacional MTDFREML. Um vetor de coeficientes (k) foi gerado e incorporado ao MTDFREML para produzir contrastes lineares dos valores genéticos (\hat{a}) sobre os anos de nascimento. Os coeficientes em k foram obtidos dividindo-se cada valor em c (vetor de coeficientes ortogonais) pelo seu respectivo número de observações, sendo $c' = [-11,5; -10,5; -9,5; -8,5; -7,5; -6,5; -5,5; -4,5; -3,5; -2,5; -1,5; -0,5; 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5; 6,5; 7,5; 8,5; 9,5; 10,5]$. Os coeficientes de regressão foram calculados como $k'\hat{a}/c'e$, e a variância de $k'\hat{a}$ foi calculada no MTDFREML como $V(k'\hat{a}) = k'C^{aa}k$, em que: C^{aa} é diagonal da matriz inversa do coeficiente das equações de

modelo misto, referente aos animais. O erro-padrão do coeficiente de regressão foi obtido como $[V(k'\hat{a})]^{0,5}/c'e$, e a significância da regressão foi determinada pelo teste t , com graus de liberdade iguais a $n-2$, em que: n é o número de anos no contraste. Este procedimento leva em conta as covariâncias e, portanto, a deriva genética no cálculo do erro-padrão da regressão (Sorensen e Kennedy, 1984), o que é importante, especialmente em pequenas populações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura geral do arquivo de dados analisado está descrita na Tab. 1. Os valores médios observados para os pesos à desmama e ao sobreano foram 171,15 e 274,7kg, respectivamente, próximos aos descritos por Ferraz Filho et al. (2002) e Boligon et al. (2008). Para ganho de peso do nascimento à desmama, observou-se média de 0,74kg/dia. O ganho de peso nessa fase depende mais da habilidade materna do que do mérito do próprio animal. No período da desmama ao sobreano, observou-se a diminuição na velocidade de crescimento, com a média de ganho de 0,31kg/dia. Valores semelhantes foram relatados por Paneto et al. (2002) e Sarmiento et al. (2003), para animais da raça Nelore.

Tabela 1. Número de observações (N), média e respectivos desvios-padrão (DP) para as características avaliadas

Características	Número	Média	Desvio-padrão
PD (kg)	123.681	171,15	24,95
PS (kg)	55.569	274,72	43,84
GND (kg)	73.280	141,47	25,41
GDS (kg)	54.621	100,93	34,42
PE (cm)	20.702	26,45	3,02
IPP (dias)	26.050	1.052,90	91,75

PD: peso à desmama; PS: peso ao sobreano; GND: ganho de peso do nascimento à desmama; GDS: ganho de peso da desmama ao sobreano; PE: perímetro escrotal; IPP: idade ao primeiro parto.

Para o perímetro escrotal, a média obtida (26,45cm) está dentro da amplitude de valores descritos na literatura para raça Nelore, que variam de 26,0 a 28,3cm (Pereira et al., 2000; Forni e Albuquerque, 2005; Pereira et al., 2005; Boligon et al., 2007). A idade ao primeiro parto, média obtida no rebanho estudado (1.052,9 dias), assemelha-se às relatadas por Dias et al. (2004), Forni e Albuquerque (2005) e Boligon et al. (2007).

As estimativas de herdabilidades diretas e respectivos erros-padrão, obtidas em análises unicaracterística, foram de 0,20 (0,07); 0,21 (0,02); 0,18 (0,01); 0,21 (0,01); 0,42 (0,02) e 0,12 (0,01) para peso à desmama, peso ao sobreano, ganho de peso do nascimento à desmama, ganho de peso da desmama ao sobreano, perímetro escrotal e idade ao primeiro parto, respectivamente.

Estimativas de herdabilidade...

As herdabilidades diretas estimadas para peso à desmama e peso ao sobreano foram de magnitude moderada (Tab. 2), estando próximas aos valores descritos por Mercadante et al. (2004) e Boligon et al. (2008). Lôbo et al. (2000) descreveram herdabilidades diretas médias de 0,30 e 0,35 para peso à desmama e peso ao sobreano, respectivamente. De modo semelhante, Giannotti et al. (2005) relataram herdabilidades diretas de 0,23 e 0,31, na mesma ordem, para peso à desmama e peso ao sobreano. Lira et al. (2008) relataram estimativas médias de herdabilidade direta de 0,28 e 0,35 para peso à desmama e peso ao sobreano, respectivamente.

Os estudos que apresentam maiores valores de herdabilidade para peso ao sobreano não consideraram o efeito genético materno no modelo de análise, o que pode ter superestimado a variância genética aditiva. A inclusão do efeito genético materno em análises de pesos pós-desmama tem sido mencionada em alguns trabalhos, como o de Meyer et al. (1991), que observaram que esse efeito apresentou influência sobre características de crescimento pós-desmama, uma vez que o efeito materno passa a fazer parte do efeito residual quando não incluído no modelo. Este efeito tem grande influência nos pesos pré-desmama, que podem influenciar nas medidas pós-desmama.

Tabela 2. Estimativas de (co)variâncias e parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas, obtidas em análises bicaracterísticas com peso à desmama

Estimativas	σ^2_a	σ^2_m	σ^2_c	σ^2_e	h^2_a	h^2_m	$\frac{rg}{PD}$
PD	57,87	19,67	39,05	136,51	0,23	0,08	1,00
PS	100,93	8,77	3,19	316,68	0,24	0,02	0,70
GND	69,14	19,54	8,92	227,47	0,21	0,06	0,43
GDS	82,93	15,66	11,51	254,49	0,23	0,04	0,54
PE	2,84	-	-	3,36	0,46	-	0,24
IPP	731,47	-	-	4.052,98	0,15	-	-0,16

PD: peso à desmama; PS: peso ao sobreano; GND: ganho de peso do nascimento à desmama; GDS: ganho de peso da desmama ao sobreano; PE: perímetro escrotal; IPP: idade ao primeiro parto; σ^2_a : variância genética aditiva direta; σ^2_m : variância genética materna; σ^2_c : variância de ambiente permanente materno; σ^2_e : variância ambiental; h^2_a : herdabilidade do efeito direto; h^2_m : herdabilidade do efeito materno; rg: correlação genética.

As estimativas de herdabilidade direta, para ganho de peso do nascimento à desmama e ganho de peso da desmama ao sobreano, foram de média magnitude (Tab. 2), indicando que o valor fenotípico nessas características pode ser utilizado como estimador do valor genético aditivo direto; conseqüentemente, a utilização dessas características como critério de seleção pode trazer aumento no ganho de peso do período correspondente. Ao estudarem ganhos de peso pré e pós-desmama, definidos como ganhos dos 100 aos 300 e dos 300 aos 600 dias de idade, respectivamente, Holanda et al. (2004), em análise unicaracterística, estimaram herdabilidades diretas de 0,23 e 0,06 para ganho de peso pré e pós-desmama, respectivamente.

As herdabilidades maternas estimadas, para as características de crescimento, foram abaixo de 0,10, valores menores que os relatados para peso à desmama e ao sobreano, por Ribeiro et al. (2001) e Ferraz Filho et al. (2002). O efeito

materno teve pouca importância, principalmente, no peso ao sobreano, em razão da alta variância aditiva e da baixa variância materna estimadas nessa característica em relação às demais. São poucos os estudos que incluem o efeito materno na avaliação do peso ao sobreano, entretanto a baixa magnitude dessa herdabilidade é esperada, uma vez que a influência dos efeitos maternos em pesos pós-desmama é menor. Segundo Albuquerque e Meyer (2001), em idades pós-desmama, apesar da baixa relevância, o efeito materno continua presente.

O coeficiente de herdabilidade direta estimado para o perímetro escrotal foi semelhante aos valores observados por Pereira et al. (2000), Forni e Albuquerque (2005) e Boligon et al. (2007). Em trabalho de revisão com zebuínos de corte, Lira et al. (2008) descreveram herdabilidade direta para perímetro escrotal ao sobreano de 0,28 a 0,76, com valor médio de 0,35. A estimativa de herdabilidade obtida neste

estudo para o perímetro escrotal sugere que parte considerável da variação entre os animais, para essa característica, é decorrente do efeito genético direto. Deste modo, o perímetro escrotal deve responder à seleção individual com bastante eficiência.

Para idade ao primeiro parto, a baixa herdabilidade estimada (0,15) é coerente com os valores descritos na literatura, que variam de 0,12 a 0,16 (Pereira et al., 2000; Dias et al., 2004; Boligon et al., 2007). A baixa magnitude de herdabilidade, estimada neste trabalho, para idade ao primeiro parto pode ser explicada, em parte, pelo fato de que apenas as fêmeas que pariram entraram nas análises, portanto parte da variação genética existente na característica não foi estimada. Uma alternativa para esse problema, sugerida por Dias et al. (2004), seria a inclusão de todas as fêmeas expostas ao touro na análise, atribuindo uma idade ao primeiro parto para as fêmeas que não conceberam e usando a idade ao primeiro parto mais alta dentro do seu grupo de contemporâneos.

No geral, a grande influência dos efeitos genéticos não aditivos e de ambiente na idade ao primeiro parto indica que a expressão da característica depende de condições adequadas de manejo. Entretanto, mesmo que melhorias no manejo dos animais possam ser alternativas mais rápidas para a redução de sua expressão, considerando a importância econômica das características reprodutivas, os processos seletivos a longo prazo poderão ter impacto positivo na produtividade dos rebanhos.

Para peso à desmama e peso ao sobreano, as tendências genéticas foram de 0,171 (0,01) e 0,219 (0,02) kg/ano, respectivamente (Fig. 1). Em termos de mudança genética anual, isso representa incrementos de 0,10 e 0,08% nas médias anuais do peso à desmama e peso ao sobreano, respectivamente, e uma diferença de, aproximadamente, 3,9 e 5,0kg no período de seleção estudado, para estas características, respectivamente. Esses resultados sugerem que a seleção que vem sendo praticada no rebanho estudado está provocando mudanças positivas nas médias dos pesos dos animais.

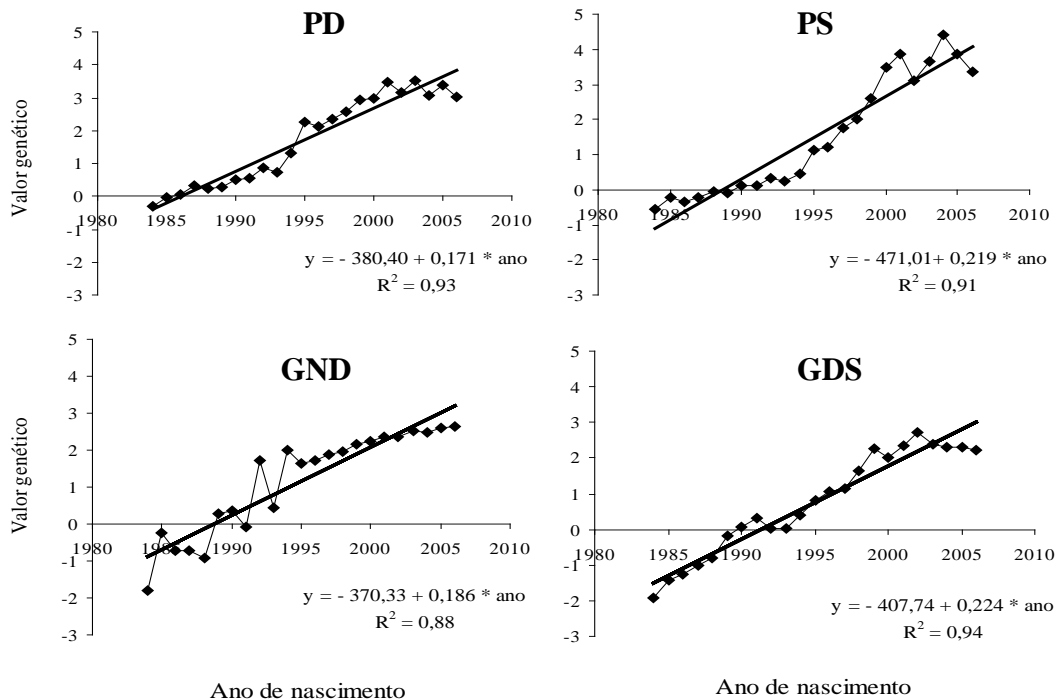


Figura 1. Tendências genéticas aditivas diretas para peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), ganho de peso do nascimento à desmama (GND) e ganho de peso da desmama ao sobreano (GDS), no período de 1984 a 2006.

Cabe ressaltar que, até 1991, não ocorria seleção pós-desmama nesse rebanho; dessa forma, pode-se observar que o ganho genético anual para peso ao sobreano foi mais acentuado a partir de 1995, período em que se consegue observar os resultados dessa seleção. Já para o período anterior a 1991, o aumento na tendência genética do peso ao sobreano pode ter ocorrido por resposta correlacionada à seleção, uma vez que a correlação genética estimada entre peso à desmama e peso ao sobreano é de 0,70 (Tab. 2). De modo geral, as tendências genéticas estimadas para peso à desmama e peso ao sobreano apresentaram valores favoráveis, visto que os animais não são selecionados diretamente para maiores pesos em determinadas idades, mas são utilizados índices de seleção que incluem dias para ganhar determinado peso.

As tendências genéticas do peso à desmama e peso ao sobreano são semelhantes às obtidas por Ferraz Filho et al. (2002), que relataram tendências genéticas diretas iguais a 0,13 e 0,28kg/ano, respectivamente, para peso à desmama e peso ao sobreano, as quais corresponderam a incrementos na mudança genética anual de 0,08 e 0,10% nas médias dos pesos, para animais da raça Tabapuã. Mucari e Oliveira (2003), também para animais de raça zebuína, relataram tendências genéticas de 0,155 e 0,345kg/ano, para peso à desmama e peso ao sobreano, respectivamente. De acordo com esses autores, os ganhos genéticos relativamente baixos podem estar associados à baixa variabilidade genética observada no rebanho avaliado.

As mudanças genéticas estimadas para ganho de peso do nascimento à desmama e da desmama ao sobreano de 0,186 (0,03) e 0,224 (0,02), respectivamente, representam tendência média anual de 0,13 e 0,22%. Em rebanhos da raça Nelore, Holanda et al. (2004) relataram mudanças genéticas anuais menores, ou seja, 0,001kg e 0,075kg, para ganhos de peso pré e pós-desmama, respectivamente. Segundo os autores, apesar de os ganhos genéticos apresentarem valores aparentemente pequenos, esse progresso deve ser levado em consideração, pois as mudanças são estáveis e cumulativas ao longo dos anos.

Para as características reprodutivas, as tendências genéticas foram estimadas considerando-se dois períodos (Tab. 2). Para o PE no período de 1984 a 1995, a tendência genética foi de 0,011 (0,03) cm/ano, representando uma mudança média anual de 0,04%. As mudanças genéticas anuais nesse período não foram suficientes para considerar que esta população esteja evoluindo geneticamente em termos de aumento do perímetro escrotal; dessa forma, maior atenção foi dada à seleção dos indivíduos utilizados para a reprodução.

Por outro lado, no segundo período considerado (1996 a 2006), a tendência genética foi 0,069 (0,01) cm/ano, representando mudança média anual de 0,26%. Apesar de o perímetro escrotal ser característica que compõe atualmente o índice de seleção do rebanho estudado, a seleção para características pós-desmama foi iniciada em 1991, o que justifica ganhos praticamente nulos observados para o perímetro escrotal no primeiro período estudado. No período de 1996 a 2006, os ganhos genéticos mostraram aumentos acentuados, sugerindo que a mudança nos critérios de seleção preconizados pelo programa de melhoramento foi responsável por melhorias, principalmente, no desempenho pós-desmama dos animais. Utilizando informações de bovinos da raça Nelore selecionados, Cyrillo et al. (2001) obtiveram maior valor de mudança genética para o perímetro escrotal (0,31cm/ano).

Para a idade ao primeiro parto, pode-se observar estabilidade na tendência genética no primeiro período considerado, sendo ela considerada nula, com valor de -0,003 (0,06) dias/ano (Fig. 2). Entretanto, no período de 1996 a 2006, obtiveram-se melhorias consideráveis na tendência genética, com valor de -3,024 (0,04) dias/ano, indicando redução considerável em tal característica. Esse resultado pode ser explicado em razão da exposição das fêmeas em idades mais jovens na estação de monta, o que permite que alguns animais expressem seu potencial genético para precocidade sexual. Assim, a seleção que vem sendo praticada nos últimos anos está proporcionando melhorias na eficiência reprodutiva do rebanho, com a redução na idade ao primeiro parto das fêmeas.

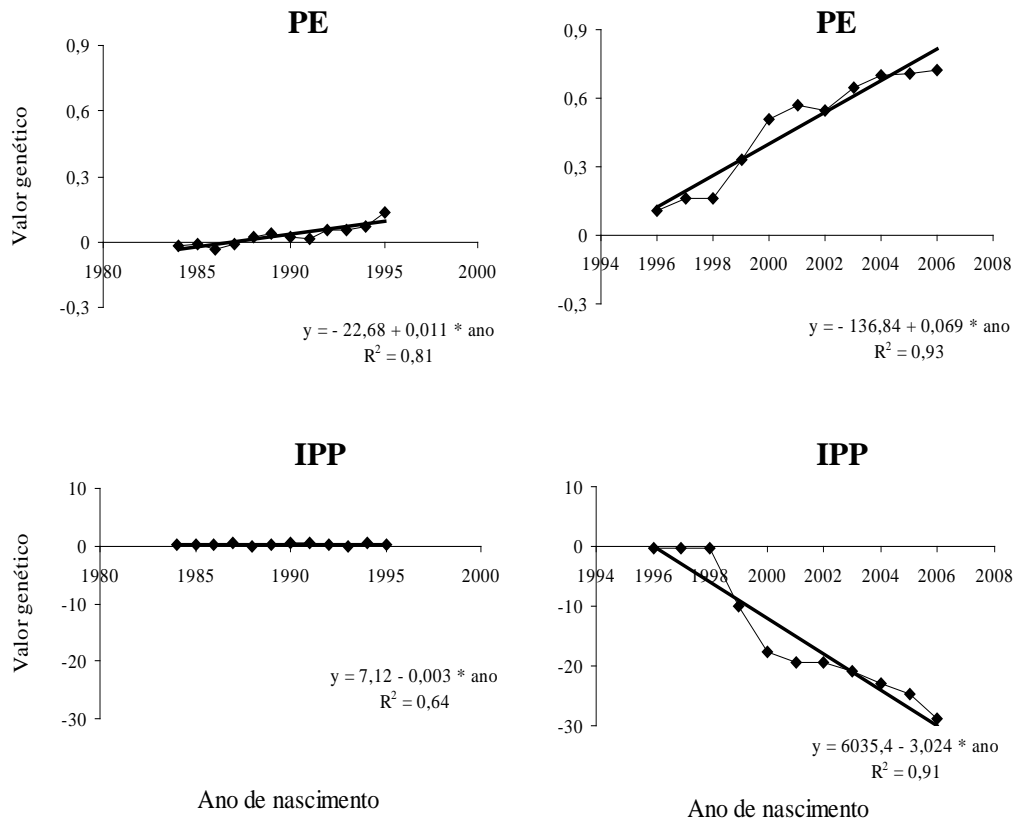


Figura 2. Tendências genéticas aditivas diretas para perímetro escrotal (PE) e idade ao primeiro parto (IPP), nos períodos de 1984 a 1995 e de 1996 a 2006.

Utilizando informações de animais da raça Gir, Balieiro et al. (1999) relataram tendência genética para IPP de 0,008 meses/ano. Segundo esses autores, mudanças de pequena magnitude observadas em algumas características reprodutivas podem ser parcialmente explicadas pela pequena variabilidade genética, em razão da utilização de estações de monta com períodos curtos. Outro fator que contribui para a estimação de variâncias genéticas aditivas de pequena magnitude para a idade ao primeiro parto é o atraso na exposição de novilhas à reprodução. Isso dificulta que alguns animais expressem seu potencial genético para precocidade sexual, o que não é o caso do rebanho analisado.

Apesar de os ganhos genéticos obtidos para as características reprodutivas apresentarem valores baixos, o progresso genético deve ser considerado, pois as mudanças genéticas são estáveis, cumulativas e permanentes ao longo dos anos. Entretanto, apesar de serem estáveis,

tais mudanças genéticas podem vir a não se expressar fenotipicamente como consequência das condições ambientais distintas ao longo dos anos avaliados. Com a utilização do índice de seleção atual, que inclui características de crescimento e reprodutivas, foram obtidos ganhos genéticos de maior magnitude, visto que esse índice considera as características em conjunto, com valores relativos à sua importância econômica.

CONCLUSÕES

As características de crescimento e reprodutivas apresentaram variabilidade genética e podem ser incluídas em programas de melhoramento genético, pois respondem à seleção individual. As tendências genéticas para pesos, ganhos de peso e perímetro escrotal foram positivas, o que mostra ter ocorrido progresso genético no rebanho e sugere que os critérios de seleção utilizados resultaram em progresso genético nessas características. A idade ao primeiro parto

apresentou tendência genética quase nula, nos primeiros anos de avaliação, e redução nos últimos oito anos, indicando que a seleção praticada no rebanho é responsável por melhorias dessa característica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L.G.; MEYER, K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. *J. Anim. Breed. Genet.*, v.118, p.83-92, 2001.

AZEVEDO, D.M.M.R.; MARTINS FILHO, R.; LOBO, R.N.B. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, p.988-996, 2006.

BALIEIRO, E.S.; PEREIRA, R.S.; VERNEQUE, C.S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e de tendência fenotípica, genética e de ambiente de algumas características reprodutivas na raça Gir. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.51, p.371-376, 1999.

BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. *A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variance and (co)variance (DRAFT)*. Lincoln: Department of Agriculture/ARS, 1995. 120p.

BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, p.565-571, 2007.

BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.596-601, 2008.

CYRILLO, J.N.S.G.; RAZZOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A. et al. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizados aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.56-65, 2001.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.97-102, 2004.

FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C. et al. Tendência genética dos efeitos direto e materno sobre os pesos à desmama e pós-desmama de bovinos da raça Tabapuã no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.635-640, 2002.

FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. *J. Anim. Sci.*, v.83, p.1511-1515, 2005.

GIANNOTTI, J.G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z. Meta-análise das estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.1173-1180, 2005.

HOLANDA, M.C.R.; BARBOSA, S.B.P.; RIBEIRO, A.C. et al. Tendências genéticas para crescimento em bovinos Nelore em Pernambuco, Brasil. *Arch. Zootec.*, v.53, p.185-194, 2004.

JOHNSON, R.K.; NIELSEN, M.K.; CASEY D.S. Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. *J. Anim. Sci.*, v.77, p.541-557, 1999.

LIRA, T., ROSA, E.M., GARNERO, A.V. parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (revisão). *Cienc. Anim. Bras.*, v.9, p.1-22, 2008.

LÔBO, R.N.B., MADALENA, F.E., VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. *Anim. Breed. Abst.*, v.68, p.433-462, 2000.

MERCADANTE, M.E.Z.; RAZOOK, A.G.; TROVO, J.B.F. et al. Parâmetros genéticos do peso no início da estação de monta, considerando indicativo do peso adulto de matrizes Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.1135-1144, 2004.

MEYER, K.; HAMMOND, K.; MACKINNON, M.J. et al. Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.3533-3543, 1991.

MUCARI, T.B.; OLIVEIRA, J.A. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.1604-1613, 2003.

PANETO, J.C.C.; LEMOS, D.C.; BEZERRA, L.A.F. et al. Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.668-674, 2002.

- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1676-1683, 2000.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.37, p.703-702, 2002.
- PEREIRA, J.C.C.; RIBEIRO, S.H.A.; SILVA, M.A. Análise genética de características ponderais e reprodutivas de fêmeas bovinas Tabapuã. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.57, supl.2, p.231-236, 2005.
- PEREIRA, M.C.; MERCADANTE, M.E.Z.; RAZOOK, A.G. et al. Results of 23 years of selection for post-weaning weight in a Caracu herd. *S. Afric. J. Anim. Sci.*, v.38, p.136-144, 2008.
- RIBEIRO, N.M.; PIMENTA FILHO, E.C.; MARTINS, G.A. et al. Herdabilidades para efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1224-1227, 2001.
- SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHO, E.C.; RIBEIRO, R.M.F. et al. Efeitos ambientais e genéticos sobre ganho em peso diário de bovinos Nelore no estado da Paraíba. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.325-330, 2003.
- SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R. et al. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.2223-2230, 2000.
- SORENSEN, D.A.; KENNEDY, B.W. Estimation of response to selection using least squares and mixed model methodology. *J. Anim. Sci.*, v.58, p.1097-1106, 1984.