

R. Bras. Zootec., v.31, n.4, p.1707-1714, 2002

Estimativas de (Co)Variâncias e Tendências Genéticas para Pesos em um Rebanho Canchim¹

Silvio de Paula Mello², Maurício Mello de Alencar³, Luiz Otávio Campos da Silva⁴, Rogério Taveira Barbosa⁵, Pedro Franklin Barbosa⁶

RESUMO - Os objetivos deste trabalho foram obter estimativas de (co)variâncias e estimar a tendência genética para os pesos ao nascimento (PN), à desmama (PD) e a um ano de idade (P12) em um rebanho da raça Canchim. Foram utilizados dados de 6.517 animais, nascidos de 1953 a 1996, para estimar os valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, empregando-se um modelo que incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneos (ano/época de nascimento/sexo do bezerro) e a covariável idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático) e os efeitos aleatórios genéticos direto e materno e de ambiente permanente. Foram estimadas tendências genéticas para os efeitos aditivos diretos, maternos e do total maternal, pela regressão ponderada das médias anuais (ou de gerações) dos valores genéticos diretos, maternos e do total maternal sobre o ano de nascimento (ou geração) dos animais. As estimativas de herdabilidade direta foram iguais a 0,39; 0,48; e 0,63 para PN, PD e P12, respectivamente, enquanto as estimativas de herdabilidade materna foram, na mesma ordem, 0,03; 0,04; e 0,05, respectivamente. As tendências genéticas diretas anuais foram iguais a 0,046; 1,336; e 1,619 kg para PN, PD e P12, respectivamente, representando cerca de 0,13; 0,66; e 0,75% das médias do rebanho. Por geração, as tendências foram, na mesma ordem, 0,269; 7,715; e 9,599 kg, respectivamente. As tendências genéticas maternas e do total maternal foram, em geral, lineares e positivas. Os resultados mostraram que os critérios de seleção utilizados resultaram em progresso genético para PN, PD e P12, contudo, o progresso obtido ficou bem aquém do possível.

Palavras-chave: gado de corte, pesos, tendência genética

Estimates of Variances and Covariances and Genetic Trends for Body Weights in a Canchim Herd

ABSTRACT - The objectives of this study were to estimate variances and covariances and to evaluate the genetic trends for body weight at birth (BW), weaning (WW) and twelve months of age (YW) in a Canchim (5/8 Charolais + 3/8 Zebu) herd. Data on 6.517 animals, born from 1953 through 1996, were used to estimate breeding values by the derivative free restricted maximum likelihood method, using a model that included the fixed effects of contemporary group (year-season of birth-sex of calf) and the covariable age of cow at calving (linear and quadratic effects), and the random additive direct, additive maternal and permanent environmental effects. Genetic trends for direct, maternal and total maternal effects were estimated by the weighed regression of the annual (generation) breeding value (direct, maternal and total maternal) means on year (generation) of birth of the animals. The direct heritability estimates were equal to 0.39, 0.48 and 0.63 for BW, WW and YW, respectively, while the maternal heritabilities were, in the same order, equal to 0.03, 0.04 and 0.05, respectively. The annual direct genetic trends were equal to 0.046, 1.336 and 1.619 kg for BW, WW and YW, respectively, corresponding to 0.13, 0.66 and 0.75% of the herd means. By generation, the genetic trends were, in the same order, 0.269, 7.715 and 9.599 kg, respectively. The maternal and total maternal genetic trends were linear and positive. The results showed that the selection criteria used resulted in genetic progress for BW, WW and YW; however, the progress obtained was much smaller than the possible one.

Key Words: beef cattle, body weights, genetic trend

Introdução

A seleção é um método de melhoramento que promove mudanças na frequência dos genes responsáveis pela expressão das características e, conseqüentemente, em suas médias fenotípicas na

população. A eficiência da seleção depende da identificação e utilização de animais geneticamente superiores para as características em questão. É necessário, portanto, que um programa de seleção seja periodicamente avaliado para verificar sua eficiência.

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Estudante de pós-graduação da UNESP/Jaboticabal, SP. Professor da Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda (FAFRAM), Ituverava, SP. Rua Igará, Jd. Marajoara, CEP 14500-000, Ituverava, SP. E.mail: spmello@netsite.com.br

³ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. Bolsista do CNPq. E.mail: mauricio@cnpse.embrapa.br

⁴ Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, SP. E.mail: locs@cnpge.embrapa.br

⁵ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. E.mail: rogerio@cnpse.embrapa.br

⁶ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. E.mail: pedro@cnpse.embrapa.br

No Brasil, vários autores (Euclides Filho et al., 1986; Pimenta Filho, 1986; Silva, 1990; Ferraz Filho, 1996; Souza et al., 1998; e Eler et al., 1994) estimaram a mudança genética para pesos em animais da raça Nelore. Os valores obtidos variam de -0,005 a 0,079 kg/ano, 0,008 a 1,518 kg/ano e -0,002 a 2,206 kg/ano, para os pesos ao nascimento (PN), à desmama (PD) e aos 12 meses de idade (P12), respectivamente, representando, na mesma ordem, cerca de 0,07 a 0,27%, 0,20 a 0,96% e 0,48 a 1,00% da média das populações estudadas. Na raça Tabapuã, Ledic et al. (1988) obtiveram estimativas das tendências genéticas anuais de 0,024 kg (0,07% da média), 0,331 kg (0,20% da média) e 0,701 kg (0,32% da média) para PN, PD e P12, respectivamente, enquanto para a raça Caracu, Mercadante et al. (1998) estimaram os valores de 0,41 e 0,96 kg/ano para a tendência genética direta e de -0,02 e -0,19 kg/ano para a tendência genética materna para PD e P12, respectivamente. Na raça Canchim, Packer (1977) obteve estimativas de mudanças genéticas iguais a -0,53 kg/ano para PN e -1,79 kg/ano para PD.

Em um experimento delineado, Razook (1988) calculou a resposta genética em seis anos de seleção praticada para peso pós-desmama em rebanhos Nelore e Guzerá, encontrando os valores de 26,7 e 26,9 kg, respectivamente. A mudança genética anual no peso aos 378 dias foi igual a 1,501 kg/ano e 1,159 kg/ano para os machos das raças Nelore e Guzerá, respectivamente.

Esses resultados mostram grande variação na resposta à seleção para diferentes populações de bovinos de corte no Brasil, sugerindo diferentes pressões de seleção impostas por criadores para diferentes características de crescimento.

O rebanho Canchim da Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE) vem, desde sua formação, sendo selecionado para características de crescimento e de tipo racial. Nos últimos vinte anos, o critério de seleção adotado para os machos tem sido o peso e o perímetro escrotal a um ano de idade. Em fêmeas, pouca pressão de seleção foi feita para peso, mas na ocasião da entrada em reprodução (22 meses) os animais de menor tamanho foram descartados. Os objetivos deste trabalho foram obter estimativas de (co)variâncias e avaliar a tendência genética para os pesos ao nascimento, à desmama e aos 12 meses de idade nesse rebanho, o qual teve influência direta na formação de vários outros rebanhos da raça Canchim no Brasil.

Material e Métodos

A Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE) está localizada no município de São Carlos, Estado de São Paulo, onde o clima é classificado como tropical de altitude. Segundo a classificação de Köepen é o CWa, clima quente com inverno seco e temperatura média variando de 18°C, na época mais fria (julho), a 22°C, na época mais quente (fevereiro). O índice pluviométrico tem variações de 30 mm no mês mais seco (agosto) a valores superiores a 10 vezes ou mais no mês mais chuvoso (dezembro).

A formação do rebanho Canchim estudado teve início em 1940 pelo cruzamento alternado de animais da raça Charolesa e de raças Zebuínas. Os primeiros bimestiços 5/8 Charolês + 3/8 Zebu (Canchim) nasceram no ano de 1953, com participação direta de 65 touros (53 Charolês, 8 Indubrasil e 4 Guzerá) e 145 vacas (127 Indubrasil, 9 Guzerá e 9 Nelore) na formação do rebanho (Alencar et al., 1981). A seleção de machos e fêmeas para reprodução foi realizada em três etapas: na época da desmama (oito ou nove meses de idade); ao completar um ano ou um ano e meio de idade; e aos dois anos ou dois anos e meio de idade. Os touros foram selecionados com base em características de crescimento (peso por idade e ganho de peso), conformação, estética, precocidade, temperamento, pelagem, tipo e fertilidade (Barbosa, 1997). O critério de seleção adotado para ganho de peso baseou-se na avaliação em provas de ganho de peso em confinamento, realizada aproximadamente aos doze meses de idade. A partir de 1979, a seleção de touros, em cada ano, teve por base características raciais e peso a pasto padronizado para 365 dias de idade, ajustado para mês de nascimento e idade da mãe ao parto. Além disso, os animais foram submetidos a exame andrológico com aproximadamente 18 meses de idade. Em 1982, iniciou-se a mensuração do perímetro escrotal aos doze, dezoito e vinte e quatro meses de idade, característica também considerada como critério de seleção. A partir de 1979, a seleção de novilhas para reprodução foi feita antes do início da estação de monta, por volta de vinte e dois meses de idade, sendo também considerado o desenvolvimento dos animais.

O rebanho Canchim do CPPSE é fechado desde sua formação. Os acasalamentos consanguíneos foram evitados, os cuidados sanitários normais da região foram realizados e os animais foram criados em regime exclusivo de pastagens.

Foram estimadas as tendências genéticas aditiva direta e materna e a tendência fenotípica para os pesos ao nascer (PN), à desmama (PD) e aos doze meses de idade (P12), utilizando-se as observações dos animais nascidos no período de 1953 a 1996. As observações foram submetidas a análises prévias para verificação da consistência por meio dos procedimentos *FREQ*, *MEANS* e *SORT* (SAS, 1996). Em função do pequeno número de informações, os animais nascidos de 1953 a 1959 foram agrupados em um único ano de nascimento (1959) e aqueles nascidos em 1970 foram considerados como nascidos em 1969.

Os pesos à desmama e aos 12 meses de idade foram padronizados para 240 (média de idade à desmama) e 365 dias com base nos ganhos diários do nascimento à desmama e da desmama a um ano de idade, respectivamente. Foram considerados apenas os pesos de animais criados em regime exclusivo de pastagens. Observações de animais com pesos ao nascimento, à desmama e ao ano inferiores a 20, 90 e 100 kg e superiores a 65, 351 e 390 kg, respectivamente, considerados *outliers*, foram descartadas.

As observações foram primeiramente analisadas pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se o procedimento *GLM* (SAS, 1996) e um modelo matemático (Modelo 1) que incluiu os efeitos de ano de nascimento, época de nascimento (janeiro a março, abril a junho, julho a setembro e outubro a dezembro), sexo do bezerro e idade da vaca ao parto (dias, efeitos linear e quadrático). Uma vez verificada a significância dos efeitos incluídos no modelo 1, novas análises de variância foram processadas com um modelo que incluiu os efeitos de ano de nascimento, grupo de contemporâneos (GC1; época/sexo) aninhado dentro de ano de nascimento e a covariável idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático). As médias anuais obtidas dessa análise de variância foram regredidas (regressão ponderada pelo número de indivíduos) sobre o ano de nascimento para obtenção da tendência fenotípica anual.

Um segundo modelo matemático (Modelo 2), em que se utilizou geração do animal além dos efeitos do modelo 1, foi também empregado na análise de variância. Neste caso, para calcular o número da geração utilizou-se a fórmula de Brinks et al. (1961), considerando-se os animais 5/8 Charolês + 3/8 Zebu, filhos de touros da raça Charolesa, como a geração zero e os primeiros bimestiços (Canchim) como a geração um. Uma vez verificada a significância dos

efeitos incluídos no modelo 2, novas análises de variância foram processadas com um modelo que incluiu os efeitos de geração, grupo de contemporâneos (GC2; ano/época/sexo) e a covariável idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático). As médias por geração dessa análise de variância foram regredidas (regressão ponderada) sobre o número da geração para que fosse obtida a tendência fenotípica por geração.

Para estimar as tendências genéticas aditivas direta, materna e do total maternal, os valores genéticos diretos e maternos foram obtidos para todos os animais Canchim do rebanho. O valor genético total maternal foi calculado pela soma do valor genético materno e da metade do valor genético direto. As médias dos valores genéticos, obtidas para cada ano de nascimento, foram regredidas (regressão ponderada) sobre o ano de nascimento para fornecer as tendências genéticas. Estimaram-se também as tendências genéticas por geração, por meio da regressão ponderada da média dos valores genéticos de cada geração sobre o número da geração.

Para obter os valores genéticos de cada animal para cada característica, realizou-se análise multicaráter em que foram consideradas simultaneamente as três características, empregando-se o procedimento *MTDFREML* (Boldman et al., 1993). O modelo matemático utilizado incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneos (GC3; ano/ época de nascimento/sexo do bezerro; 174 grupos) e a covariável idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático), além dos efeitos aleatórios aditivos direto e materno e de ambiente permanente.

Para compor a matriz de parentesco (6.934 animais), os animais-base considerados foram os do grupo 5/8 Charolês + 3/8 Zebu, que cruzados entre si produziram os primeiros bimestiços denominados de Canchim. Foram utilizados 6.517 pedigrees e registros de 6.358, 5.582 e 4.954 animais para PN, PD e P12, respectivamente.

Resultados e Discussão

As estimativas dos componentes de variância e covariância, bem como das herdabilidades, são apresentadas na Tabela 1. As estimativas de herdabilidade direta, obtidas para PN (0,39), PD (0,48) e P12 (0,63), sugerem que essas características apresentam variação genética aditiva direta suficiente para responderem à seleção massal.

Tabela 1 - Componentes¹ de variância e covariância, herdabilidade¹ e correlações genéticas¹ dos pesos ao nascimento (PN), à desmama (PD) e aos 12 meses (P12) de idade, obtidos pela análise multicarater
 Table 1 - Variance and covariance components¹, heritability¹ of, and genetic correlations¹ among birth (BW), weaning (WW) and yearling (YW) weights, obtained by the multitrait analysis

Caract. Trait	σ_a^2	σ_e^2	σ_m^2	σ_{perm}^2	σ_{am}	σ_p^2	h_a^2	h_m^2	r_{gm}
PN BW	12,96	17,03	0,93	2,13	-0,14	32,91	0,39	0,03	-0,04
PD WW	511,29	358,24	45,49	152,67	1,29	1068,99	0,48	0,04	0,01
P12 YW	812,94	364,70	60,15	111,03	-61,36	1287,46	0,63	0,05	-0,28

¹ σ_a^2 , σ_e^2 , σ_m^2 , σ_{perm}^2 , σ_p^2 , σ_{am} , h_a^2 , h_m^2 e r_{gm} = componentes de variância aditivo direto, residual, aditivo materno, de ambiente permanente e fenotípica total, componente de covariância entre os efeitos aditivos direto e materno, herdabilidades direta e materna e correlação genética entre os efeitos aditivos direto e materno, respectivamente.

¹ σ_a^2 , σ_e^2 , σ_m^2 , σ_{perm}^2 , σ_p^2 , σ_{am} , h_a^2 , h_m^2 e r_{gm} = direct additive, residual, maternal additive, permanent environmental and phenotypic total variance components, covariance component between the direct and maternal additive effects, direct and maternal heritabilities and genetic correlation between the direct and maternal additive effects.

A estimativa da herdabilidade para PN é inferior àquelas obtidas por Packer (1977) (0,44) e Mascioli et al. (1997) (0,76) e superior às relatadas por Silva et al. (1979) (0,34) e Mascioli et al. (1996) (0,36), que trabalharam com a raça Canchim utilizando o método dos quadrados mínimos. Freitas et al. (1994), utilizando o método da máxima verossimilhança restrita e o modelo touro, obtiveram o valor de 0,33 para um conjunto de dados do mesmo rebanho utilizado neste trabalho. Mais recentemente, Alencar et al. (1998), empregando a mesma metodologia deste trabalho, estimaram o valor de 0,39 para um conjunto de dados do mesmo rebanho para animais nascidos de 1957 a 1991.

Para o peso à desmama, utilizando o método dos quadrados mínimos, outros autores (Packer, 1977; Oliveira, 1979; Packer et al., 1979; Silva et al., 1979; Alencar & Barbosa, 1982; Mascioli et al., 1996; Mascioli et al., 1997; Freitas & Vencovsky, 1992) relataram estimativas de herdabilidade inferiores e superiores às deste trabalho. Freitas et al. (1994), utilizando o método da máxima verossimilhança restrita e o modelo touro, obtiveram o valor de 0,77, enquanto Alencar et al. (1998), usando a mesma metodologia deste trabalho, estimaram o valor de 0,29 para a herdabilidade direta do peso à desmama para o mesmo rebanho deste estudo.

Para P12, a estimativa de herdabilidade deste trabalho (0,63; Tabela 1) foi superior aos valores relatados por Packer et al. (1979) (0,30), Silva et al. (1979) (0,31) e Alencar et al. (1998) (0,20) e inferior aos encontrados por Oliveira (1979) (0,46), Freitas &

Vencovsky (1992) (0,43) e Mascioli et al. (1996) (0,53), todos empregando o método dos quadrados mínimos. Freitas et al. (1994), utilizando o método da máxima verossimilhança restrita e modelo touro, obtiveram o valor de 0,44 e Alencar et al. (1998), usando a mesma metodologia deste trabalho, estimaram o valor de 0,29, para o mesmo rebanho deste estudo. Silva (1998), também para o mesmo rebanho e utilizando o mesmo método deste trabalho, estimou os valores de 0,37 e 0,30 para machos e fêmeas, respectivamente.

As estimativas de herdabilidade aditiva materna obtidas neste estudo (Tabela 1) para PN (0,03), PD (0,04) e P12 (0,05) sugerem que há pouco campo para selecionar esse efeito no rebanho estudado. Alencar et al. (1998) estimaram os valores de 0,04; 0,10; e 0,03 para as mesmas características e mesmo rebanho. Já os efeitos de ambiente permanente neste estudo representam cerca de 0,06; 0,14; e 0,09 da variância fenotípica total de PN, PD e P12, respectivamente.

As correlações genéticas entre os efeitos aditivos direto e materno foram iguais a -0,04 (PN), 0,01 (PD) e -0,28 (P12) (Tabela 1), indicando que, para P12, a seleção para melhorar os efeitos aditivos diretos deve resultar em piora dos efeitos aditivos maternos, ou vice-versa, e que a seleção para qualquer um deles não deve ser tão efetiva. Alencar et al. (1998) obtiveram os valores de -0,05; -0,54; e -0,22 para as correlações genéticas entre os efeitos aditivos direto e materno, para as mesmas características e rebanho.

As análises de regressão quadráticas das médias fenotípicas anuais, obtidas pelo modelo matemático que incluiu os efeitos de ano, grupo de contemporâneos dentro de ano e idade da vaca (efeitos linear e quadrático), foram significativas para PD e P12; já para PN apenas o componente linear foi significativo (Tabela 2). Para PN, houve tendência de aumento das médias fenotípicas anuais no decorrer dos anos. Para PD, houve redução nas médias fenotípicas de 1959 a 1985, com aumento de 1985 a 1996. Para P12, houve redução nas médias de 1959 a 1980, com aumento de 1980 até 1996. Mudanças na qualidade e na disponibilidade de forragens durante todo o período estudado podem ter sido responsáveis por essa variação nas médias anuais, uma vez que houve variação no número de animais dentro de cada ano e também deterioração e melhorias das pastagens no decorrer dos anos.

A variação dos valores genéticos aditivos diretos de acordo com o ano de nascimento foi essencialmente linear, uma vez que o componente quadrático das equações de regressão foi não significativo. As tendências genéticas aditivas diretas anuais foram iguais a 0,046; 1,336; e 1,619 kg, para PN, PD e P12, respectivamente (Tabela 3; Figuras 1, 2 e 3). Esses valores foram significativos ($P < 0,01$) e indicam ganho genético para essas características de crescimento no rebanho estudado. Observou-se que as equações de regressão das médias dos valores genéticos anuais no ano apresentaram elevados coeficientes de determinação (R^2), principalmente para PD e P12. Os ganhos genéticos obtidos neste trabalho correspondem a 0,13; 0,66; e 0,75% das médias de PN, PD e P12, respectivamente. Os ganhos totais em 37 anos de seleção são da ordem de 1,70; 49,43; e 59,90 kg, respectivamente.

Tabela 2 - Equações de regressão das médias fenotípicas anuais (kg) sobre o ano de nascimento

Table 2 - Regression equations of the annual phenotypic means on year of birth

Característica <i>Trait</i>	Intercepto <i>Intercept</i>	b_1	b_2
Peso ao nascimento <i>Birth weight</i>	35,1375	0,0073*	-
Peso à desmama <i>Weaning weight</i>	825,4079	-16,2321**	0,1038**
Peso ao ano <i>Yearling weight</i>	1228,4445	-25,8412**	0,1619**

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

As estimativas das tendências fenotípicas, obtidas pela regressão ponderada das médias dos pesos por geração sobre a geração dos animais, também foram prejudicadas em razão da significância dos efeitos quadráticos para PD e P12.

A variação dos valores genéticos aditivos de acordo com a geração também foi essencialmente linear, uma vez que o componente quadrático das equações de regressão foi não significativo. As tendências genéticas aditivas diretas por geração foram iguais a 0,269; 7,715; e 9,599 kg, para PN, PD e P12, respectivamente. Esses valores foram significativos ($P < 0,01$), indicando mais uma vez ganho genético para essas características de crescimento no rebanho estudado. Esses ganhos correspondem a 0,76; 3,80; e 4,46% das médias gerais (35,6; 202,8; e 215,1 kg para PN, PD e P12, respectivamente) do rebanho. Os ganhos totais em seis gerações de seleção são da ordem de 1,614; 46,290; e 57,594 kg, respectivamente.

Durante todos os anos de seleção no rebanho estudado, foram utilizados 196 touros Canchim diferentes. Observou-se tendência de aumento nas médias dos valores genéticos para P12 dos touros, tanto com o ano de nascimento dos mesmos como com o ano de nascimento dos filhos, mostrando que a maneira de identificar os touros superiores foi acertada.

As tendências genéticas aditivas maternas anuais foram significativas para PN ($P < 0,05$), PD ($P < 0,01$) e P12 ($P < 0,01$). Os coeficientes de regressão foram, na mesma ordem, iguais a -0,002; 0,106; e 0,042 kg/ano, respectivamente, mostrando tendência de redução para PN e aumento para PD e P12 (Figuras 1, 2 e 3).

Quanto à geração, a tendência genética aditiva materna foi não significativa para PN ($b_1 = -0,018$ kg; $P > 0,20$), significativa e linear para PD ($b_1 = 0,578$ kg; $P < 0,01$) e significativa e quadrática para P12 ($b_1 = 0,907$ e $b_2 = 0,165$ kg; $P < 0,01$).

As tendências genéticas anuais do total maternal foram essencialmente lineares ($P < 0,01$) e iguais a 0,021; 0,774; e 0,852 kg/ano para PN, PD e P12, respectivamente (Tabela 4), representando, na mesma ordem, 0,06; 0,38; e 0,40% da média fenotípica dos pesos.

As tendências genéticas por geração do total maternal foram essencialmente lineares ($P < 0,01$) e iguais a 0,116; 4,436; e 4,921 kg/geração para PN, PD e P12, respectivamente.

Os ganhos genéticos aditivos diretos obtidos neste trabalho, embora significativos, estão bem aquém

Tabela 3 - Tendências fenotípicas (F), genéticas diretas (G) e de ambiente (A) anuais dos pesos ao nascimento (PN), à desmama (PD) e aos 12 meses de idade (P12)

Table 3 - Annual phenotypic (P), direct genetic (G) and environmental (E) trends for birth (BW), weaning (WW) and yearling (YW) weights

Caract.	\bar{X}_e^1 (kg)	F(kg)	G(kg)	A(kg)	G% ¹	ΔG^1
Trait	\bar{X}_e^1	P(kg)	G(kg)	E(kg)	G% ¹	ΔG^1
PN (BW)	35,6	0,007	0,046	-0,039	0,13	1,70
PD (WW)	202,8	0,104	1,336	-1,232	0,66	49,43
P12 (YW)	215,1	0,162	1,619	-1,457	0,75	59,90

¹ \bar{X}_e , G%, ΔG = média geral estimada, mudança genética direta anual expressa como percentual da média e mudança genética acumulada nos 37 anos de seleção, respectivamente.

¹ \bar{X}_e , G%, ΔG = Overall mean, annual direct genetic trend as a percentage of the mean and accumulated genetic trend over 37 years of selection, respectively.

Tabela 4 - Tendências genéticas (G) anuais do total materno dos pesos ao nascimento (PN), à desmama (PD) e aos 12 meses de idade (P12)

Table 4 - Annual genetic trends for the maternal total for birth (BW), weaning (WW) and yearling (YW) weights

Caract.	\bar{X}_e^1 (kg)	G(kg)	G% ¹	ΔG^1
Trait	\bar{X}_e^1	G(kg)	G% ¹	ΔG^1
PN (BW)	35,6	0,021**	0,06	0,78
PD (WW)	202,8	0,774**	0,38	28,64
P12 (YW)	215,1	0,852**	0,40	31,52

¹ \bar{X}_e , G%, ΔG = média geral estimada, mudança genética direta anual expressa como percentual da média e mudança genética acumulada nos 37 anos de seleção, respectivamente.

¹ \bar{X}_e , G%, ΔG = Overall mean, annual direct genetic trend as a percentage of the mean and accumulated genetic trend over 37 years of selection, respectively.

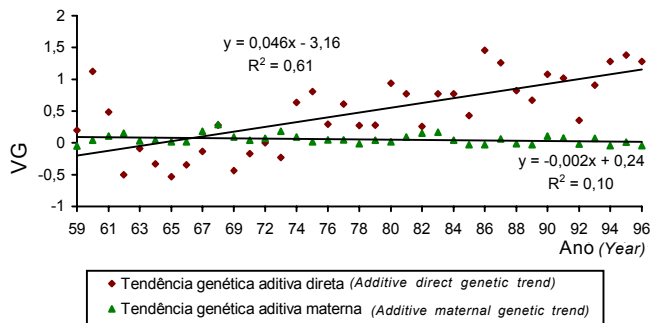


Figura 1 - Tendências genéticas aditivas direta e materna anuais do peso ao nascimento.

Figure 1 - Annual additive direct and maternal genetic trends for birth weight.

das possibilidades de ganho, em razão da variação genética existente no rebanho. Considerando-se intensidade de seleção de 1,274 (retenção de 10% dos machos e 50% das fêmeas), as herdabilidades diretas da Tabela 1, desvios-padrão fenotípicos iguais a 5,9;

37,7; e 44,0 kg e intervalo de gerações de seis anos, seria possível obter progressos genéticos ($\Delta G/\text{geração} = i \times h^2 \times \sigma^2$) da ordem de 0,488; 3,842 e 5,885 kg/ano, para PN, PD e P12, respectivamente, correspondendo a 1,37; 1,89; e 2,74% das médias do rebanho. Utilizando-se as herdabilidades totais [$h^2_t = (\sigma_a^2 + 0,5 \sigma_m^2 + 1,5 \sigma_{am}^2)/\sigma^2$], os ganhos possíveis seriam, na mesma ordem, iguais a 0,501; 4,002; e 5,419 kg/ano, respectivamente, correspondendo a 1,41; 1,97; e 2,52% das médias do rebanho. Os ganhos observados nesse rebanho estão também bem abaixo dos valores citados por Smith (1985) (1 a 3%) como possíveis de ser obtidos. Entretanto, foram maiores do que os valores obtidos por diversos autores brasileiros em raças zebuínas (Euclides Filho et al., 1986; Pimenta Filho, 1986; Ledic et al., 1988; Silva, 1990; Eler et al., 1994; Souza et al., 1998) e na raça Caracu (Mercadante et al., 1998) e concordam com o progresso reportado por Razook (1988), apesar de serem menores do que os valores obtidos por Ferraz Filho (1996) para a raça

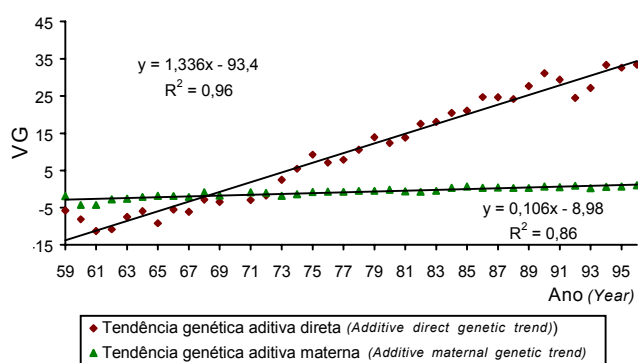


Figura 2 - Tendências genéticas aditivas direta e materna anuais do peso à desmama.

Figure 2 - Annual additive direct and maternal genetic trends for weaning weight.

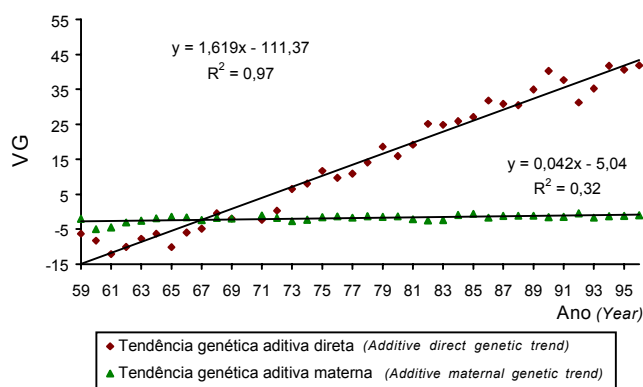


Figura 3 - Tendências genéticas aditivas direta e materna anuais do peso aos 12 meses.

Figure 3 - Annual additive direct and maternal genetic trends for yearling weight.

Nelore, variedade mocha. Vale ressaltar que, no rebanho estudado, embora tenha havido seleção intencional para P12, pelo menos a partir de 1979, houve também a preocupação com as características raciais para registro dos animais na associação de criadores, e em evitar acasalamentos consanguíneos, o que possivelmente deve ter contribuído para reduzir o diferencial de seleção efetivo. Além disso, o alto intervalo de gerações, de cerca de seis anos, deve ter contribuído para reduzir o progresso genético obtido.

Conclusões

As tendências genéticas alcançadas para os pesos ao nascimento, à desmama e aos 12 meses de idade sugerem que os critérios de seleção utilizados no rebanho estudado resultaram em progresso genético nesses pesos; contudo, o progresso obtido ficou bem aquém do possível, em razão da variância genética aditiva existente no rebanho para os pesos estudados.

Literatura Citada

- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F. Fatores que influenciam os pesos de bezerros Canchim ao nascimento e à desmama. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.10, p.1535-1540, 1982.
- ALENCAR, M.M.; SILVA, A.H.G.; BARBOSA, P.F. Efeitos da consangüinidade sobre os pesos ao nascimento e à desmama de bezerros da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.10, n.1, p.151-156, 1981.
- ALENCAR, M.M.; TREMATORE, R.L.; BARBOSA, P.F. et al. Efeitos da linhagem citoplasmática sobre características de crescimento em bovinos da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.272-276, 1998.
- BARBOSA, P.F. Critérios de seleção para a raça Canchim. In: CONVENÇÃO NACIONAL DA RAÇA CANCHIM, 3., 1997, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1997. p.47-75.
- BOLDMAN, E.G.; KRIESE, L.A.; Van VLECK, L.D. et al. **A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. A manual for use of MTDFREML.** Washington, D.C.: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1993.
- BRINKS, J.S.; CLARK, R.T.; RICE, F.J. Estimation of genetic trends in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.20, p.903, 1961.
- ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; LÔBO, R.B. Estimação da tendência genética na raça Nelore, usando modelos animais univariado e multivariado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.171.
- EUCLIDES FILHO, K.; NOBRE, P.R.C.; ROSA, A.N. Tendências genéticas em características de crescimento em gado Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p.311.
- FERRAZ FILHO, P.B. **Análise e tendência genética de pesos em bovinos da raça Nelore Mocha no Brasil.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1996. 163p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1996.
- FREITAS, A.R.; FAVORETTI, A.C.; ALENCAR, M.M. et al. Uso da máxima verossimilhança restrita e transformação canônica para estimação de parâmetros genéticos de características de crescimento em bovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.394-401, 1994.
- FREITAS, A.R.; VENCOSKY, R. Métodos de estimação de variância e parâmetros afins de características de crescimento em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...**

- Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.119.
- LEDIC, I.L.; NOBRE, P.R.C.; ROSA, A.N. Tendências fenotípicas, ambientais e genéticas estimadas para os pesos ao nascer (PN), aos 205 dias (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade de animais da raça Tabapuã. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1988. p.238.
- MASCIOLI, A.S.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e proposição de critérios de seleção para pesos na raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.72-82, 1996.
- MASCIOLI, A.S.; PAZ, C.C.P.; EL FARO, L. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de crescimento até a desmama em bovinos da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.709-713, 1997.
- MERCADANTE, M.E.Z.; FIGUEIREDO, L.A.; TROVO, J.B.F. Estimativas de parâmetros e mudança genética em características de crescimento do rebanho Caracu de Sertãozinho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.380-382.
- OLIVEIRA, J.A. **Estudo genético quantitativo de desenvolvimento ponderal do gado Canchim**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1979. 146p. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, 1979.
- PACKER, I.U. **Análise genética do crescimento até a desmama de bezerras Canchim**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1977. 73p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1977.
- PACKER, I.U.; SILVA, A.H.G.; BARBOSA, P.F. Parâmetros genéticos do crescimento até os 30 meses de idade em animais da raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16., 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1979. v.1. p.63.
- PIMENTA FILHO, E.C. **Mudança genética no peso aos 365 dias de idade de bovinos Nelore no Estado de São Paulo**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1986. 61p. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, 1986.
- RAZOOK, A.G. **Seleção para peso pós-desmame em bovinos Nelore e Guzerá: Intensidade de seleção e respostas direta e correlacionadas**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1988. 165p. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, 1988.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis systems user's guide**. 4.ed. v.2. Cary: 1996.
- SILVA, L.O.C. **Tendência genética e interação genótipo x ambiente em rebanhos Nelore, criados a pasto no Brasil Central**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SILVA, A.M. **Parâmetros genéticos para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1998. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1998.
- SILVA, A.H.G.; PACKER, I.U.; BARBOSA, P.F. Parâmetros genéticos do crescimento até os 24 meses em animais da raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16., 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1979. v.1. p.16.
- SMITH, C. Rates of genetic change in farm livestock. **Research Development Agricultural**, v.1, n.2, p.79-85, 1985.
- SOUZA, J.C.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C. Tendência genética do peso ao desmama de bezerras da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.231-233.

Recebido em: 30/04/01

Aceito em: 08/02/02