



Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho da raça Canchim¹

Viviane Martha de Castro-Pereira², Maurício Mello de Alencar^{3*}, Rogério Taveira Barbosa³

¹ Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora. Apoio financeiro: CNPq, FAPESP.

² Pós-graduação da FCAV/UNESP, Departamento de Zootecnia, Jaboticabal, SP. Bolsista da FAPESP.

³ Embrapa Pecuária Sudeste, Caixa Postal 339, São Carlos, SP, CEP: 13560-970.

* Bolsista do CNPq.

RESUMO - Neste trabalho objetivou-se estimar a herdabilidade do perímetro escrotal aos 12 meses de idade (PE12) e da idade (IPP) e do peso ao primeiro parto (PPP) e suas correlações genéticas com os pesos ao nascimento (PN), à desmama (P240), ao ano (P365) e ao sobreano (P550), os ganhos de peso do nascimento à desmama (GND) e do nascimento ao sobreano (GN18) e o número de dias para ganhar 175 kg do nascimento à desmama (D175) e para ganhar 450 kg do nascimento ao abate (D450) em um rebanho da raça Canchim. Utilizaram-se o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas e modelos estatísticos que incluíram efeitos fixos e aleatórios aditivos direto e materno, de ambiente permanente e residual, dependendo da característica. As herdabilidades obtidas foram 0,41 (PE12), 0,09 (IPP) e 0,42 (PPP) e indicam que PE12 e PPP podem apresentar boa resposta à seleção. As correlações genéticas de PN, P240, P365, P550, GND, GN18, D175 e D450 com PE12 (-0,39 a 0,46) foram favoráveis. Com IPP, PN (0,49) apresentou correlação desfavorável e as outras características de crescimento apresentaram correlações favoráveis (-0,38 a 0,44). Com PPP, as correlações das características de crescimento variaram de -0,47 a 0,88, enquanto as de PE12 com IPP e PPP foram iguais a -0,37 e 0,04, respectivamente. Esses resultados indicam que a seleção para aumentar os pesos e os ganhos de peso e/ou reduzir D175 e D450 em bovinos Canchim deve resultar em progresso genético na precocidade reprodutiva das fêmeas, mas, com os aumentos no PPP e a seleção para maior perímetro escrotal nos machos, deve resultar em fêmeas mais precoces sem aumentar o peso ao primeiro parto.

Palavras-chave: bovinos de corte, correlação genética, ganho de peso, peso, precocidade

Estimates of genetic parameters and of direct and correlated responses to selection for growth and reproductive traits in a Canchim cattle herd

ABSTRACT - The objective of this study was to estimate heritability of scrotal circumference at 12 months of age (SC12), age (AFC) and weight (WFC) at first calving and genetic correlations between each of these traits and the following growth traits: weight at birth (BW), weaning (WW), twelve (W12) and eighteen (W18) months of age, weight gain from birth to weaning (DGBW) and from birth to eighteen (DGB18) months of age, days to 175 kg from birth to weaning (D175 = 175/DGBW) and days to 450 kg from birth to slaughter (D450 = 450/DGB18). Data from a Canchim (5/8 Charolais + 3/8 Zebu) beef cattle herd were analyzed by models that included fixed effects and the additive direct and maternal, permanent environmental, and residual random effects using REML. Heritability estimates were 0.41 (SC12), 0.09 (AFC) and 0.42 (WFC). Genetic correlations of BW, WW, W12, W18, DGBW, DGB18, D175 and D450 with SC12 (-0.39 to 0.46) were favorable. Genetic correlation between BW (0.49) and AFC was not favorable, while with the other growth traits (-0.38 to 0.44) AFC showed favorable genetic correlations. Genetic correlations between WFC and growth traits ranged from -0.47 to 0.88, while the estimates of SC12 with AFC and WFC were -0.37 and 0.04, respectively. These results suggest that selection to improve growth after birth may reduce AFC and increase WFC. Selection to increase SC12 may reduce AFC without changes in WFC.

Key Words: beef cattle, body weight, genetic correlation, precocity, weight gain

Introdução

Várias características de crescimento têm sido consideradas em programas de avaliação genética de bovinos de corte no Brasil visando ao aumento da velocidade de ganho

de peso e/ou à redução do tempo para atingir o peso de abate (Alencar, 2002). Entre essas características, destacam-se os pesos ao nascimento, à desmama, ao ano e ao sobreano (420, 450 e 550 dias de idade), os ganhos de peso em determinados períodos e o número de dias para ganhar

determinado peso. O perímetro escrotal é outra característica utilizada nesses programas como indicador de precocidade sexual. Essas características são de fácil medição e geralmente apresentam herdabilidade de magnitude média, indicando que a seleção pode resultar em progresso genético.

Apesar de as características de crescimento já serem objeto de seleção há vários anos, tem aumentado recentemente a preocupação com esse tipo de característica, em razão de seus efeitos sobre o tamanho da vaca à idade adulta, com possíveis conseqüências sobre a eficiência reprodutiva dos rebanhos. No Brasil, Silva et al. (2000), Talhari et al. (2003) e Castro-Pereira et al. (2007) verificaram correlação genética positiva entre peso em idades jovens (nascimento aos 18 meses de idade) e peso adulto em fêmeas bovinas da raça Canchim, indicando que a seleção para peso deve aumentar o peso à idade adulta das vacas do rebanho. Este aspecto é importante, pois os sistemas de cria do País são manejados em regime exclusivo de pastagens, sem suplementação alimentar e, segundo Lanna & Delgado (2000), o aumento do peso da vaca à idade adulta pode ter efeito negativo sobre sua produtividade, principalmente pela redução nos índices reprodutivos. De fato, no Brasil, Barbosa (1991) observou correlação genética desfavorável entre características de crescimento (pesos ao nascimento, à desmama e à maturidade) e características de eficiência reprodutiva (taxa de concepção) em fêmeas bovinas de corte, sugerindo que a seleção para aqueles pesos pode resultar em redução na eficiência produtiva total dos rebanhos. Entretanto, Silva et al. (2000) e Talhari et al. (2003) obtiveram correlações genéticas favoráveis (-0,58 e -0,32, respectivamente) de peso aos 12 meses de idade de machos e de fêmeas com a idade ao primeiro parto de fêmeas Canchim. Talhari (2002) verificou correlações genéticas favoráveis de medidas morfológicas (comprimento, altura e perímetro torácico), *frame score* (tamanho da estrutura corporal) e área corporal com a idade ao primeiro parto. No entanto, com a idade ao segundo parto, houve redução na magnitude das estimativas (ou mesmo troca de sinal), que passaram a ser próximas de zero ou desfavoráveis. Na raça Nelore, Mercadante et al. (2000) observaram correlações genéticas dos pesos à desmama e a um ano de idade com características de reprodução (idade ao primeiro parto e intervalo de partos), que indicam que a seleção de fêmeas para maiores pesos não prejudica o seu desempenho reprodutivo. Analisando dados provenientes de um experimento de seleção da raça Nelore, Mercadante et al. (2002) verificaram que a seleção para peso corporal promoveu respostas altas e consistentes nos pesos e nas alturas ao sobreano e em idades mais tardias sem comprometer o

desempenho reprodutivo das matrizes, avaliado quanto aos dias ao parto e ao sucesso ao parto. Observa-se que não há concordância entre os resultados quanto aos efeitos da seleção para características de crescimento sobre características relacionadas à eficiência reprodutiva.

O perímetro escrotal, no entanto, possui correlação genética positiva e de magnitude média com características de crescimento (Alencar et al., 1993; Cyrillo et al., 2001; Garnero et al., 2001b; Ortiz Peña et al., 2001) e correlação genética média a alta e favorável com a idade ao primeiro parto (Martins Filho & Lôbo, 1991; Silva et al., 2000). Portanto, a seleção para aumento do perímetro escrotal pode influenciar indiretamente toda a eficiência produtiva dos rebanhos.

Para que os programas de melhoramento possam contribuir efetivamente para o aumento da produtividade dos rebanhos de bovinos de corte, é importante avaliar as relações entre as características que determinam a eficiência dos sistemas de produção. O objetivo neste trabalho foi estudar características de crescimento utilizadas como critérios de seleção, por meio de estimativas das herdabilidades e das correlações genéticas com o perímetro escrotal de machos aos 12 meses de idade e a idade e o peso ao primeiro parto e de respostas diretas e correlacionadas esperadas em um rebanho da raça Canchim.

Material e Métodos

As informações utilizadas neste trabalho foram coletadas do arquivo de dados do rebanho de bovinos Canchim da Embrapa Pecuária Sudeste, localizada no município de São Carlos, região central do estado de São Paulo.

Neste rebanho, até o ano de 1975, as novilhas entravam em reprodução com aproximadamente 34 meses de idade e 360 kg de PV; a partir de 1976, esses critérios foram mudados para 24 a 28 meses e aproximadamente 300 kg de PV. Durante as estações de monta, cada touro era colocado com aproximadamente 30 vacas em piquetes isolados. A partir de 1979, começou-se a utilizar também a inseminação artificial. Em vários anos, foram utilizadas duas estações de monta, uma no primeiro e outra no segundo semestre, mas que não tinham um mês fixo para iniciar ou terminar e cuja duração também variava (2 a 4 meses).

A escolha de fêmeas para reprodução era realizada em três etapas: na época da desmama (8 ou 9 meses de idade); ao completarem um ano ou ano e meio de idade; e aos dois ou dois anos e meio de idade. A partir de 1979, a seleção de novilhas para entrada em reprodução passou a ser feita antes do início da estação de monta, aos 22 meses de idade,

ocasião em que se considerava, além de características raciais, o desenvolvimento dos animais. Procurava-se manter no rebanho apenas novilhas prenhas da primeira estação de monta. Mais informações sobre a origem do rebanho e os manejos alimentar, sanitário e reprodutivo dos animais podem ser obtidas em Silva et al. (2000) e Mello et al. (2002).

As características estudadas neste trabalho foram: a idade ao primeiro parto (IPP) e o peso ao primeiro parto (PPP); os pesos ao nascimento (PN), à desmama (P240), aos 12 (P365) e aos 18 (P550) meses de idade, os ganhos de peso médio diário do nascimento à desmama (GND) e do nascimento ao sobreano (GN18), o número de dias necessários para ganhar 175 kg do nascimento à desmama (D175) e o número de dias necessários para ganhar 450 kg do nascimento ao abate (D450) de machos e fêmeas; e o perímetro escrotal de machos aos 12 meses de idade (PE12). As características P240, P365 e P550 foram padronizadas para 240, 365 e 550 dias de idade, com base nos ganhos diários do nascimento à desmama, da desmama aos 12 meses e dos 12 aos 18 meses de idade, respectivamente. As características D175 e D450 foram obtidas dividindo-se 175 e 450 por GND e GN18, respectivamente.

As medidas do perímetro escrotal (PE12) foram tomadas com fita métrica metálica milimetrada, na posição mediana da bolsa escrotal, no ponto de maior dimensão, envolvendo as duas gônadas e a pele escrotal, por ocasião da pesagem aos 12 meses de idade.

A análise de consistência dos dados foi feita utilizando-se o programa SAS (SAS, 2000). Depois dessas análises, foram realizadas análises de variância pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se o procedimento GLM (SAS, 2000), para verificar a importância de fontes de variação não-genéticas sobre as características estudadas e considerá-las nas análises para obtenção dos componentes de (co)variância.

Para PN, P240, P365, P550, GND, GN18, D175 e D450, foram utilizados dados de 7.152, 6.126, 5.448, 4.585, 6.127, 4.616, 6.127 e 4.615 animais (machos e fêmeas), respectivamente, nascidos de 1953 a 2001 (com exceção de 1970). Para IPP e PPP, foram utilizados os dados de 1.634 fêmeas nascidas de 1959 a 1999 e de 1.114 fêmeas paridas de 1977 a 2002, respectivamente. Para PE12, foram utilizados os dados de 1.051 machos nascidos de 1982 a 2001, com exceção de 1989 a 1991.

As estimativas dos componentes de (co)variância e dos parâmetros genéticos foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita livre de derivadas (DFREML) utilizando-se o programa MTDFREML sob modelo animal (Boldman et al., 1993). O modelo estatístico completo utilizado, descrito em termos matriciais, foi:

$$Y = Xb + Zg + Wm + Pp + e$$

em que: Y = vetor de observações; X = matriz de incidência dos efeitos fixos; b = vetor de efeitos fixos; Z = matriz de incidência dos efeitos genéticos aditivos diretos; g = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos; W = matriz de incidência dos efeitos genéticos aditivos maternos; m = vetor de efeitos genéticos aditivos maternos; P = matriz de incidência dos efeitos de ambiente permanente; p = vetor de efeitos de ambiente permanente; e = vetor dos erros associados às observações.

Foram feitas análises unicaracteres para obtenção dos componentes de variância e estimar a herdabilidade de IPP, PPP e PE12 e análises bicaracteres para obtenção dos componentes de (co)variância e estimativa das correlações genéticas dessas características com as de crescimento e de PE12 com IPP e PPP. A matriz de parentesco foi composta de 8.865 animais.

Para as características pré-desmama (PN, P240, GND e D175), o modelo estatístico utilizado incluiu os efeitos fixos de ano e mês de nascimento e sexo do animal, além da covariável idade da mãe (linear e quadrática), e os efeitos aleatórios aditivos direto e materno, de ambiente permanente e residual. Para as demais características de crescimento (P365, P550, GN18 e D450), foram considerados apenas os efeitos fixos de ano e mês de nascimento e os aleatórios aditivo direto e residual. Para PE12, além dos efeitos aleatórios aditivo direto e residual, o modelo incluiu os efeitos fixos de ano e mês de nascimento e a covariável idade do animal. Para IPP e PPP, além dos efeitos aleatórios direto e residual, o modelo incluiu o efeito fixo de ano de nascimento e de ano e mês do parto, respectivamente.

Uma vez obtidas as estimativas de herdabilidade e de correlação genética, as respostas esperadas à seleção direta e indireta e a eficiência relativa da seleção indireta foram calculadas para as características estudadas. A resposta direta à seleção massal foi calculada como $\Delta G_{x,x} = i_x \cdot h_x^2 \cdot \sigma_{P_x}$, em que: i_x = intensidade de seleção; h_x^2 = herdabilidade da característica sob seleção; e σ_P = desvio-padrão fenotípico da característica sob seleção. A resposta correlacionada foi calculada como $\Delta G_{x,y} = i_y \cdot h_x \cdot h_y \cdot r_g \cdot \sigma_{P_x}$, em que y = característica sob seleção; x = característica indiretamente selecionada; e r_g = correlação genética entre x e y. A eficiência relativa da seleção indireta (ERS), em relação à resposta direta, foi calculada para cada característica como $\Delta G_{x,y} / \Delta G_{x,x} = (r_g \cdot h_y \cdot i_y) / (h_x \cdot i_x)$. Para isso, considerou-se retenção de 10% ($i = 1,75$) de machos e de 50,0% ($i = 0,80$) de fêmeas. Quando a característica foi medida em apenas um dos sexos, a intensidade de seleção no outro sexo foi igual a zero. Quando em ambos os sexos, a média das intensidades de

seleção de cada sexo foi utilizada para calcular a resposta direta à seleção. Nas fórmulas anteriormente citadas, foram utilizadas as estimativas de herdabilidade direta.

Resultados e Discussão

A estimativa de herdabilidade \pm erro-padrão de IPP foi de $0,09 \pm 0,04$, indicando pouca possibilidade de sucesso com seleção. Na raça Canchim, Silva et al. (2000) estimaram valor de 0,12 para a herdabilidade de IPP, enquanto Talhari et al. (2003) estimaram, em análises bicaracteres com os pesos à desmama e aos 12 e 18 meses de idade, herdabilidades que variaram de 0,12 a 0,13, com média de 0,13. Na raça Nelore, existem comunicações que variam de 0,04 a 0,12 (Gressler et al., 2000; Pereira et al., 2000; 2001; Dias et al., 2004). Pereira et al. (2002) obtiveram, na raça Nelore, estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto de 0,19 e 0,02 quando os animais foram expostos pela primeira vez aos 14 e aos 26 meses de idade, respectivamente. Os critérios (peso e idade) usados para colocar as novilhas em reprodução podem, em parte, ser a causa da baixa estimativa de herdabilidade obtida neste trabalho, uma vez que era esperado que essas novilhas atingissem determinado peso e idade para entrarem em reprodução, não havendo desafio maior entre elas, o que pode ter encoberto alguma variação genética aditiva.

Para PPP, a estimativa de herdabilidade \pm erro-padrão obtida foi de $0,42 \pm 0,07$ e sugere possibilidade de progresso genético pela seleção. Essa característica é pouco estudada

na raça Canchim. Silva et al. (2000) estimaram valor de 0,33, enquanto Talhari et al. (2003) estimaram valores de 0,37 a 0,42, com média de 0,39.

A herdabilidade \pm erro-padrão para PE12 foi de $0,41 \pm 0,09$ e indica que o perímetro escrotal aos 12 meses de idade tem variação genética aditiva suficiente para responder à seleção quando incluído em programas de melhoramento. Esse valor de herdabilidade está dentro da amplitude (0,24 a 0,57) de estimativas obtidas para a raça Nelore (Gressler et al., 2000; Cyrillo et al., 2001; Dias et al., 2003) utilizando a mesma metodologia usada neste trabalho (DFREML), mas com modelos diferentes. Valor bem próximo ao encontrado neste estudo (0,40) foi estimado por Alencar et al. (1993) para a raça Canchim utilizando o método dos quadrados mínimos. Silva et al. (2000), também na raça Canchim e utilizando a metodologia REML, obtiveram estimativa de herdabilidade igual a 0,30, enquanto Gianlorenço et al. (2003), utilizando inferência bayesiana, obtiveram valor de 0,52.

As estimativas dos componentes de (co)variância, das herdabilidades diretas e das correlações genéticas das características obtidas pelas análises bicaracteres com IPP, PPP e PE12 são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente. As herdabilidades estimadas pelas análises bicaracteres foram muito semelhantes às das análises unicaracteres obtidas neste trabalho para IPP, PPP e PE12 e por Castro-Pereira et al. (2007) para as outras características.

As estimativas de correlação genética entre IPP e os pesos foram todas negativas (-0,24 a -0,28), à exceção

Tabela 1 - Estimativas de componentes de (co)variância e dos parâmetros genéticos das características 1 e 2 (IPP), obtidas por meio de análises bicaracteres

Table 1 - Estimates of (co)variance components and genetic parameters for traits 1 and 2 (AFC), obtained by bivariate analyses

Car. 1* Trait 1	Característica 2 (IPP)* Trait 2 (AFC)								
	$\sigma_a^2_1$	$\sigma_a^2_2$	$\sigma_e^2_1$	$\sigma_e^2_2$	σ_{a1a2}	σ_{e1e2}	h^2_1	h^2_2	r_g
PN (BW)	13	2.536	16	27.849	91	40	0,41	0,08	0,49
P240 (WW)	257	2.708	476	27.697	-231	-388	0,29	0,09	-0,28
P365 (W12)	439	3.002	712	27.880	-281	-1.063	0,38	0,10	-0,25
P550 (W18)	429	2.871	1.104	27.840	-263	-1.271	0,28	0,09	-0,24
GND# (DGBW)	4	2.563	8	27.895	-1.110	-1.980	0,26	0,08	-0,36
GN18# (DGB18)	1	2.710	3	28.146	-770	-2.350	0,31	0,09	-0,38
D175 (D175)	760	2.608	1.908	27.908	487	979	0,24	0,09	0,35
D450 (D450)	8.014	2.790	26.427	27.935	2.061	5.796	0,23	0,09	0,44
PE12 (SC12)	3	2.780	4	27.487	-33	-	0,40	0,09	-0,37

* PN, P240, P365, P550, GND, GN18, D175, D450, PE12 e IPP = pesos ao nascimento, aos 240, 365 e 550 dias de idade, ganhos de peso do nascimento à desmama e do nascimento ao sobreano, números de dias necessários para ganhar 175 kg do nascimento à desmama e 450 kg do nascimento ao abate, perímetro escrotal e idade ao primeiro parto, respectivamente (BW, WW, W12, W18, DGBW, DGB18, D175, D450, SC12 and AFC = body weight at birth, weaning, 12 and 18 months of age, weight gains from birth to weaning and from birth to 18 months of age, days to 175 kg from birth to weaning and days to 450 kg from birth to 18 months of age, scrotal circumference at 12 months of age and age at first calving, respectively).

(co)variâncias envolvendo GND e GN18 foram multiplicadas por 1.000 (Variances and covariances for DGBW and DGB18 were multiplied by 1000). σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , σ_{e1e2} , h^2 e r_g = variâncias genética aditiva direta e residual, covariâncias genética aditiva e residual, herdabilidade direta e correlação genética, respectivamente (Os números em subscripto referem-se às características). (σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , σ_{e1e2} , h^2 and r_g = additive genetic and residual variances, additive genetic and residual covariances, direct heritability and genetic correlation, respectively [numbers in subscript refer to trait]).

daquela com o peso ao nascimento, que foi positiva (0,49) (Tabela 1). Na raça Canchim, Silva et al. (2000) encontraram correlação genética de -0,58 entre IPP e P365 de machos, enquanto Talhari et al. (2003) obtiveram valores de -0,12; -0,32 e -0,29 para a correlação genética de IPP com P240, P365 e P550, respectivamente. Na raça Nelore, Mercadante et al. (2000) e Garnero et al. (2001a) estimaram correlações genéticas baixas de IPP com P240 (-0,09 e -0,09) e com P365 (-0,23 e -0,31). Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que a seleção para aumento dos pesos à desmama e aos 12 e aos 18 meses de idade deve resultar em alguma melhora na precocidade reprodutiva das fêmeas. Este resultado era previsível, pois os critérios de peso e idade, embora diferentes nos vários anos, foram utilizados para a entrada das novilhas em reprodução. É interessante verificar, no entanto, que o aumento de PN deve resultar em animais mais velhos ao primeiro parto.

As correlações genéticas de GND (-0,36) e GN18 (-0,38) com IPP também foram negativas (Tabela 1) e indicam que parte dos genes com ação aditiva que atuam para aumentar o ganho de peso também atua para diminuir a idade ao primeiro parto das fêmeas.

As estimativas de correlações genéticas de IPP com as características D175 e D450 foram positivas e iguais a 0,35 e 0,44, respectivamente (Tabela 1). Garnero et al. (2001a) encontraram correlações de 0,21 e 0,28 de IPP com número de dias para ganhar 160 kg até a desmama (D160) e número de dias necessários para ganhar 240 kg pós-desmama (D240) na raça Nelore. Os resultados obtidos neste trabalho indicam que parte dos genes de ação aditiva que atuam sobre IPP também atua sobre D175 e D450 e vice-versa, sugerindo que a seleção para reduzir D175 e D450 também resultará em maior precocidade das fêmeas.

A correlação genética entre PE12 e IPP foi negativa, de -0,37, valor superior aos reportados por Pereira et al. (2001), de -0,23 a -0,29, para a raça Nelore, e inferior ao de -0,47 estimado por Silva et al. (2000) para a raça Canchim e ao de -0,44 estimado por Martins Filho & Lôbo (1991) para a raça Nelore mas que também indicam associação genética favorável entre as características, ou seja, o aumento de PE12 deve resultar em fêmeas mais jovens ao primeiro parto.

As estimativas de correlação genética entre PPP e os demais pesos foram todas positivas e variaram de 0,55 a 0,88 (Tabela 2). Essas estimativas geralmente são semelhantes a outras obtidas para a raça Canchim. Silva et al. (2000) relataram estimativa de correlação genética de 0,69 entre PPP e P365, enquanto Talhari et al. (2003) obtiveram valores de 0,66; 0,77 e 0,65 para a correlação genética de PPP com P240, P365 e P550, respectivamente. Para GND e

GN18, as estimativas de correlações genéticas com PPP foram iguais a 0,42 e 0,52, respectivamente. Para D175 e D450, as correlações genéticas com PPP foram negativas e iguais a -0,47 e -0,43, respectivamente. Com PE12, a correlação genética de PPP foi de 0,04, semelhante ao valor de 0,09 relatado por Silva et al. (2000). Esses resultados eram esperados e indicam que a seleção para maiores pesos e ganhos de peso do nascimento aos 18 meses de idade e para menores D175 e D450 deve resultar em maior peso das fêmeas ao primeiro parto.

As correlações genéticas estimadas entre PE12 e as características de crescimento (Tabela 3) sugerem associação genética favorável e indicam que parte dos genes de ação aditiva que influenciam o perímetro escrotal também influencia as características de crescimento. As menores correlações genéticas foram as obtidas com as características do nascimento à desmama (PN, P240, GND e D175), que variaram de -0,23 a 0,26. Para o peso ao nascimento, a correlação genética foi de 0,14, inferior à de 0,25 estimada por Alencar et al. (1993) para a raça Canchim. Essa baixa associação entre essas duas características é altamente desejável e indica que a seleção para aumentar o perímetro escrotal nos machos não deve resultar em aumento significativo do peso ao nascimento.

As correlações genéticas entre PE12 e as outras características de crescimento pré-desmama obtidas neste estudo sugerem que apenas pequena parte dos genes de ação aditiva envolvidos na determinação da velocidade de crescimento na fase pré-desmama está envolvida na determinação do crescimento testicular nos machos até os 12 meses de idade. O valor obtido para a correlação com P240 (0,23) foi inferior à estimativa de 0,37 reportada por Garnero et al. (2001b) para perímetro escrotal aos 18 meses de idade na raça Nelore. Para GND, a correlação genética estimada neste trabalho (0,26) foi semelhante à obtida (0,30) por Ortiz Peña et al. (2001) para perímetro escrotal aos 570 dias de idade para animais da raça Nelore no Paraguai. No caso de D175, a estimativa deste trabalho (-0,23) foi semelhante à de -0,28, encontrada por Ortiz Peña et al. (2001), mas inferior à de -0,47 obtida por Garnero et al. (2001b) para animais da raça Nelore.

Constam na Tabela 3 as estimativas de correlações genéticas de PE12 com as características medidas após a desmama, de 0,46 para P365; 0,42 para P550; 0,46 para GN18; e -0,39 para D450. No caso de P365, a correlação genética estimada neste trabalho foi inferior à obtida por Cyrillo et al. (2001), na raça Nelore (0,71), e Alencar et al. (1993), na raça Canchim (0,91), mas superior ao valor de 0,24 reportado por Alencar & Silva (2001), também na raça Canchim. A estima-

Tabela 2 - Estimativas de componentes de (co)variância e dos parâmetros genéticos das características 1 e 2 (PPP), obtidas por meio de análises bicaracteres

Table 2 - Estimates of (co)variance components and genetic parameters for traits 1 and 2 (WFC), obtained by bivariate analyses

Car. 1* Trait 1	Característica 2 (PPP)* Trait 2 (WFC)								
	$\sigma_a^2_1$	$\sigma_a^2_2$	$\sigma_e^2_1$	$\sigma_e^2_2$	σ_{a1a2}	σ_{e1e2}	h^2_1	h^2_2	r_g
PN (BW)	13	1.511	16	1.614	125	5	0,41	0,48	0,88
P240 (WW)	249	1.598	481	1.527	349	159	0,27	0,51	0,55
P365 (W12)	453	1.610	705	1.577	654	116	0,39	0,51	0,77
P550 (W18)	429	1.393	1.107	1.684	507	325	0,28	0,45	0,66
GND [#] (DGBW)	4	1.545	8	1.536	1	560	0,25	0,50	0,42
GN18 [#] (DGB18)	1	1.357	3	1.690	1	510	0,31	0,45	0,52
D175 (D175)	725	1.538	1.925	1.529	-496	-104	0,22	0,50	-0,47
D450 (D450)	8.117	1.258	26.387	1.707	-1.370	-1.165	0,24	0,42	-0,43
PE12 (SC12)	3	1.256	4	1.687	2	-	0,41	0,43	0,04

* PN, P240, P365, P550, GND, GN18, D175, D450, PE12 e PPP = pesos ao nascimento, aos 240, 365 e 550 dias de idade, ganhos de peso do nascimento à desmama e do nascimento ao sobreano, números de dias necessários para ganhar 175 kg do nascimento à desmama e 450 kg do nascimento ao abate, perímetro escrotal e peso ao primeiro parto, respectivamente (BW, WW, W12, W18, DGBW, DGB18, D175, D450, SC12 and WFC = body weight at birth, weaning, twelve and eighteen months of age, weight gains from birth to weaning and from birth to 18 months of age, days to 175 kg from birth to weaning and days to 450 kg from birth to eighteen months of age, scrotal circumference at 12 months of age and weight at first calving, respectively).

[#] (co)variâncias envolvendo GND e GN18 foram multiplicadas por 1.000 (Variances and covariances for DGBW and DGB18 were multiplied by 1000).

σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , σ_{e1e2} , h^2 e r_g = variâncias genética aditiva direta e residual, covariâncias genética aditiva e residual, herdabilidade direta e correlação genética, respectivamente (Os números em subscripto referem-se às características) (σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , σ_{e1e2} , h^2 and r_g = additive genetic and residual variances, additive genetic and residual covariances, direct heritability and genetic correlation, respectively [numbers in subscript refer to trait]).

Tabela 3 - Estimativas de componentes de (co)variância e dos parâmetros genéticos das características 1 e 2 (PE12), obtidas por meio de análises bicaracteres

Table 3 - Estimates of (co)variance components and genetic parameters for traits 1 and 2 (SC12), obtained by bivariate analyses

Car. 1* Trait 1	Característica 2 (PE12)* Trait 2 (SC12)										
	$\sigma_a^2_1$	$\sigma_a^2_2$	σ^2_{m1}	σ^2_{pe1}	$\sigma_e^2_1$	$\sigma_e^2_2$	σ_{a1a2}	σ_{e1e2}	h^2_1	h^2_2	r_g
PN (BW)	13	3	2	2	16	4	1	0,2	0,41	0,42	0,14
P240 (WW)	241	3	87	120	488	4	7	20,5	0,27	0,47	0,23
P365 (W12)	445	3	-	-	711	4	17	33,8	0,39	0,41	0,46
P550 (W18)	434	3	-	-	1.101	4	15	29,5	0,28	0,43	0,42
GND [#] (DGBW)	4	3	1	2	8	4	30	90,0	0,25	0,46	0,26
GN18 [#] (DGB18)	1	3	-	-	3	4	30	50,0	0,31	0,43	0,46
D175 (D175)	696	4	264	397	1.960	4	-12	-46,2	0,22	0,47	-0,23
D450 (D450)	8.118	3	-	-	26.322	4	-64	-181,7	0,24	0,44	-0,39

* PN, P240, P365, P550, GND, GN18, D175, D450 e PE12 = pesos ao nascimento, aos 240, 365 e 550 dias de idade, ganhos de peso do nascimento à desmama e do nascimento ao sobreano, números de dias necessários para ganhar 175 kg do nascimento à desmama e 450 kg do nascimento ao abate e perímetro escrotal, respectivamente (BW, WW, W12, W18, DGBW, DGB18, D175, D450 and SC12 = body weight at birth, weaning, twelve and eighteen months of age, weight gains from birth to weaning and from birth to 18 months of age, days to 175 kg from birth to weaning and days to 450 kg from birth to eighteen months of age, scrotal circumference at 12 months of age, respectively).

[#] (co)variâncias envolvendo GND e GN18 foram multiplicadas por 1.000 (Variances and covariances for DGBW and DGB18 were multiplied by 1000).

σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , σ_{e1e2} , h^2 e r_g = variâncias genética aditiva direta e residual, covariâncias genética aditiva e residual, herdabilidade direta e correlação genética, respectivamente (Os números em subscripto referem-se às características) (σ_a^2 , σ_e^2 , σ_{a1a2} , σ_{e1e2} , h^2 and r_g = additive genetic and residual variances, additive genetic and residual covariances, direct heritability and genetic correlation, respectively [numbers in subscript refer to trait]).

tiva de correlação genética para P550 encontrada neste trabalho (0,42) está dentro da amplitude de estimativas obtidas para a raça Canchim (0,27 a 0,98; Alencar et al., 1993; Alencar & Silva, 2001). A correlação genética estimada neste trabalho para D450 (-0,39) foi semelhante ao valor de -0,43 relatado por Garner et al. (2001b) para perímetro escrotal aos 550 dias de idade e número de dias para ganhar 240 kg (D240) após a desmama, mas superior à correlação entre os valores genéticos das características perímetro escrotal aos 570 dias de idade e D240 de -0,27 reportada por

Ortiz Peña et al. (2001), ambos na raça Nelore. Esses resultados sugerem que a seleção para perímetro escrotal aos 12 meses de idade deve resultar em resposta correlacionada favorável nas características de crescimento após a desmama, ou vice-versa.

As correlações fenotípicas de IPP com PN, P240, P365, P550, GND, GN18, D175, D450 e PE12 foram iguais a 0,14; -0,13; -0,22; -0,22; -0,16; -0,25; 0,16; 0,24 e -0,07, respectivamente. As correlações fenotípicas dessas características com PPP foram, na mesma ordem, 0,41; 0,34; 0,40; 0,38; 0,27;

0,32; -0,22; -0,25 e 0,02. Na raça Nelore, Mercadante et al. (2000) estimaram correlações fenotípicas iguais a -0,10 e -0,16 de IPP com P240 e P365, respectivamente. Os resultados deste trabalho indicam que parte dos efeitos genéticos e não genéticos que influenciam os pesos, os ganhos de peso e as características D175 e D450 também influencia IPP e PPP.

As correlações fenotípicas entre PE12 e as características de crescimento foram iguais a 0,09 (PN); 0,40 (P240); 0,55 (P365); 0,42 (P550); 0,41 (GND); 0,44 (GN18); -0,43 (D175) e -0,48 (D450) e indicam que parte dos efeitos genéticos e não-genéticos que influenciam PE12 também influencia as características de crescimento, à exceção de PN. Alencar et al. (1993) reportaram correlações fenotípicas entre PE12 e os pesos do nascimento ao sobreano muito semelhantes às obtidas neste trabalho.

As respostas esperadas diretas e correlacionadas à seleção e as eficiências relativas da seleção indireta (ERS) são apresentadas na Tabela 4. A seleção para qualquer uma das características de crescimento medidas após o nascimento resulta em maior redução (ERS > 1,00) na IPP que a

seleção direta. Entretanto, essas mudanças tendem a ser acompanhadas de mudanças desfavoráveis (aumentos) no PPP. A seleção direta nas características GN18 (aumento) e D450 (redução) resultará em maiores reduções em IPP. Entre as características de crescimento, D175 (redução) e D450 (redução) são as que resultarão em menores mudanças (aumento) em PPP. O aumento em PN deve resultar em mudança desfavorável (aumento) em IPP e PPP. Essas mudanças em IPP com a seleção para características de crescimento após o nascimento eram esperadas, pois, segundo Alencar (2002), o critério de peso é normalmente utilizado para entrada das novilhas em reprodução.

A seleção para maior PE12, por outro lado, deve ser mais eficiente em promover mudanças em IPP que a seleção direta para esta característica e não deve resultar em mudanças desfavoráveis no peso ao primeiro parto.

A seleção para qualquer uma das características de crescimento utilizadas neste trabalho é menos eficiente em causar mudanças em PE12 que a seleção direta para esta característica. Entre as características de crescimento, a mais

Tabela 4 - Respostas diretas (negrito) e correlacionadas à seleção por geração e eficiências relativas da seleção indireta (valores entre parênteses)

Table 4 - Direct (bold) and correlated selection responses per generation and relative efficiency of indirect selection (within parenthesis)

Caracter. resposta Response trait	Característica selecionada ¹ Selected trait ¹										
	PN BW	P240 WW	P365 W12	P550 W18	GND DGBW	GN18 DGB18	D175 D175	D450 D450	PPP WFC	IPP AFC	PE12 SC12
PPP WFC	27,88 (2,77)	14,40 (1,43)	31,87 (1,81)	17,28 (1,72)	10,60 (1,05)	14,09 (1,40)	-11,15 (1,11)	-10,20 (1,01)	10,06 (1,00)	2,75 (0,27)	0,87 (0,09)
IPP AFC	27,00 (3,33)	-12,75 (1,57)	-13,26 (1,64)	-10,93 (1,35)	-15,79 (1,95)	-17,91 (2,21)	14,44 (1,78)	18,16 (2,24)	10,32 (1,27)	8,10 (1,00)	-13,99 (1,73)
PE12 SC12	0,28 (0,20)	0,37 (0,28)	0,87 (0,64)	0,68 (0,51)	0,41 (0,30)	0,77 (0,57)	-0,34 (0,25)	-0,58 (0,43)	-	-0,11 (0,08)	1,35 (1,00)

¹ PN, P240, P365, P550, GND, GN18, D175, D450, IPP, PPP e PE12 = pesos (kg/geração) ao nascimento, aos 240, 365 e 550 dias de idade, ganhos de peso (kg/dia/geração) do nascimento à desmama e do nascimento ao sobreano, números de dias (dias/geração) necessários para ganhar 175 kg do nascimento à desmama e 450 kg do nascimento ao abate, idade ao primeiro parto (dias/geração), peso ao primeiro parto (kg/geração) e perímetro escrotal (cm/geração), respectivamente (BW, WW, W12, W18, DGBW, DGB18, D175, D450, AFC, WFC and SC12 = body weight at birth, weaning, twelve and eighteen months of age, weight gain from birth to weaning, from birth to 18 months of age, days to 175 kg from birth to weaning and days to 450 kg from birth to eighteen months of age and scrotal circumference at 12 months of age, respectively).

eficiente é o peso ao ano (P365; ERS = 0,64). Ao contrário, Alencar et al. (1993), usando a mesma metodologia, verificaram que a seleção para P240 e P365 seria mais eficiente em mudar PE12 que a seleção direta. Garner et al. (2001), na raça Nelore, observaram que o ganho genético no perímetro escrotal aos 18 meses de idade seria o mesmo se a seleção fosse praticada para P240 e D160, aproximadamente 0,70 cm, e maior quando a seleção fosse para P550, em torno de 1,00 cm, para porcentagem de animais selecionados igual a 10%.

Conclusões

As características PPP e PE12 podem ser modificadas com facilidade pela seleção no rebanho Canchim estudado, enquanto mudanças na idade ao primeiro parto são mais difíceis.

A seleção para maior peso após o nascimento, maior ganho de peso e/ou menor número de dias para ganhar 175 kg do nascimento à desmama e 450 kg do nascimento ao abate no rebanho Canchim estudado deve resultar em

progresso genético na precocidade reprodutiva (menor idade ao primeiro parto) das fêmeas. Entretanto, essa seleção deve também resultar em fêmeas mais pesadas ao primeiro parto.

A seleção direta para perímetro escrotal aos 12 meses de idade é a melhor alternativa para promover mudanças nessa característica e deve resultar em mudanças favoráveis nas características de crescimento, principalmente naquelas medidas após a desmama, e ainda deve melhorar a precocidade reprodutiva das fêmeas, mas com alguma alteração no peso ao primeiro parto.

Literatura Citada

- ALENCAR, M.M. Critérios de seleção em bovinos de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2002. (CD-ROM).
- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; BARBOSA, R.T. et al. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.572-583, 1993.
- ALENCAR, M.M.; SILVA, A.M. Correlações genéticas do peso e do perímetro escrotal de machos aos 12 meses de idade e características de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.681-682.
- BARBOSA, P.F. **Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodução em fêmeas da raça Canchim**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1991. 237p. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, 1991.
- BOLDMAN, K.; KRIESE, L.; Van VLECK, L.D. **A manual for use of MTDFREML**: a set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT). Lincoln: Department of Agriculture, Agriculture Research Service, 1993. 120p.
- CASTRO-PEREIRA, V.M.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características de crescimento de machos e fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1037-1044, 2007 (supl.)
- CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A. et al. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.56-65, 2001.
- DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1878-1882, 2003 (supl. 2).
- DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.97-102, 2004.
- GARNERO, A.V.; GUNSKI, R.J.; SCHWENGBER, E.B. et al. Comparación entre criterios de selección para características de crecimiento correlacionados con edad al primer parto en la raza Nelore. **Livestock Research for Rural Development**, Ribeirão Preto, v.13, n.2, 2001a. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/Irrd/Irrd13/2/garn132.htm>>. Acesso em: 16/06/01.
- GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. et al. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.14-718, 2001b.
- GIANLORENÇO, V.K.; ALENCAR, M.M.; TORAL, F.L.B. et al. Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1587-1593, 2003 (supl. 1).
- GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PENNA, V.M. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.427-437, 2000.
- LANNA, D.P.; DELGADO, E.F. Eficiência biológica e econômica de bovinos de corte. In: CONVENÇÃO NACIONAL DA RAÇA CANCHIM, 4., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA-CPPSE/ABCCAN, 2000. p.14-39.
- MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, n.1, p.209-212, 1991.
- MELLO, S.P.; ALENCAR, M.M.; SILVA, L.O.C. et al. Estimativas de (co)variâncias e tendências genéticas para pesos em um rebanho Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1707-1714, 2002.
- MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.
- MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.L. et al. Dias ao parto de fêmeas de um experimento de seleção para crescimento. I. Modelo de repetibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1715-1725, 2002.
- ORTIZ PEÑA, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.93-100, 2001.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; COSTA, F.A.A. et al. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.116-121, 2001.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.703-708, 2002.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS/STAT: user's guide**. Version 8.12. Cary: 2000. (CD-ROM).
- SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R. et al. Herdabilidade e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2223-2230, 2000 (supl. 2).
- TALHARI, F.M. **Parâmetros genéticos e fatores de meio para medidas corporais e características reprodutivas de fêmeas das raças Canchim e Santa Gertrudis**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2002. 54p. Dissertação (Mestrado em Genética e Evolução) - Universidade Federal de São Carlos, 2002.
- TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. et al. Correlações genéticas entre características produtivas de fêmeas em um rebanho da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.880-886, 2003.