



Análise genética do período de gestação em animais de um rebanho Canchim: estimação de parâmetros genéticos e escolha entre modelos animais alternativos

Talita Buttarello Mucari¹, Maurício Mello de Alencar^{2,3}, Pedro Franklin Barbosa², Rogério Taveira Barbosa²

¹ Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT), Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Araguaína.

² Embrapa Pecuária Sudeste.

³ Bolsista do CNPq.

RESUMO - Os objetivos neste trabalho foram comparar modelos animais alternativos para a análise do período de gestação e verificar se essa característica possui variabilidade genética suficiente para ser incluída em programas de seleção, por meio de estimativas de herdabilidade e de correlações genéticas com os pesos ao nascimento (PN) e aos 12 meses de idade (P12), para animais de um rebanho Canchim. Foram analisadas gestações de 2.889 bezerros, 8.506 medidas de peso ao nascimento e 6.372 de peso aos 12 meses de idade. O período de gestação foi estudado como característica do bezerro (PG_B) e da vaca (PG_V). Os parâmetros genéticos foram estimados pela máxima verossimilhança restrita (REML). Quatro modelos animais alternativos foram testados em análises unicaracterísticas de PG_B e de PG_V , considerando-se efeitos fixos e combinações de três efeitos aleatórios. O teste de razão de verossimilhança foi utilizado para comparação dos modelos. Análises bicaracterísticas foram feitas de PG_B com peso ao nascimento e peso aos 12 meses de idade. As herdabilidades diretas de PG_B variaram de 0,22 a 0,41 e as de PG_V de 0,04 a 0,07. A correlação genética entre PG_B e peso ao nascimento foi de 0,65 e entre PG_B e P12 de 0,01. Conclui-se que o período de gestação deve ser estudado como característica do bezerro. O modelo que inclui apenas efeitos aleatórios aditivo direto e de ambiente permanente materno pode ser utilizado para análise genética desta característica e esta característica pode ser utilizada como critério de seleção.

Palavras-chave: correlação genética, gado de corte, herdabilidade, peso ao nascimento, peso aos 12 meses de idade

Genetic analysis of gestation period in a Canchim beef cattle herd: estimation of genetic parameters and choice among alternative animal models

ABSTRACT - The objectives in this study were to compare alternative animal models for analysis of gestation period and verify if this trait has enough genetic variability to be included in selection programs, by using heritability estimates and genetic correlations with body weights at birth (BW) and at 12 months of age (W12), in a Canchim herd. Gestations of 2,889 calves, weight of 8,506 animals at birth and 6,372 animals at 12 months of age were analyzed. Gestation period was studied as calf (GP_C) and dam trait (GP_D). Genetic parameters were estimated by the restricted maximum likelihood method (REML). Four alternative animal models were tested in single trait analyses of GP_C and GP_D , considering fixed effects and combinations of three random effects. The likelihood ratio test was used to compare the models. Two-trait analyses were realized between GP_C and BW and between GP_C and W12. Direct heritabilities of GP_C varied from 0.22 to 0.41 and of GP_D from 0.04 to 0.07. Genetic correlation between GP_C and BW was 0.65 and between GP_C and W12 was 0.01. It is conclude that GP should be studied as calf trait. The model with only direct additive effects and maternal permanent environmental may be used to genetic analysis of this trait, and this trait may be used as an auxiliary selection criterion.

Key Words: beef cattle, body weight at birth, body weight at 12 months of age, genetic correlations, heritability

Introdução

A eficiência reprodutiva dos rebanhos é um fator importante na determinação da eficiência biológica e econômica dos sistemas de produção de carne bovina (Alencar, 2002). No entanto, somente nas últimas

décadas programas de avaliação genética adotaram características ligadas ao desempenho reprodutivo dos animais até então pouco utilizadas nos programas de melhoramento, fato que se deve às baixas estimativas de herdabilidade e à maior dificuldade de mensuração dessas características.

O período de gestação é uma característica que atualmente tem sido incluída em alguns programas brasileiros de avaliação genética. Embora não seja propriamente uma medida de fertilidade, está diretamente ligado à eficiência reprodutiva, uma vez que matrizes com menor período de gestação têm maior probabilidade de sucesso na estação de monta subsequente, pois parem antes, têm mais tempo de repouso antes de entrar na nova estação de monta (Pereira et al., 2002) e ainda apresentam redução nos problemas de parto (Wray et al., 1987). O período de gestação também influencia a produtividade dos rebanhos, pois está associado ao peso ao nascimento (Reynolds et al., 1980; Scarpati, 1997). Na literatura encontram-se estimativas de herdabilidade para essa característica, quando considerada como sendo do bezerro, entre os limites de 0,17 e 0,71 (Wray et al., 1987; Gregory et al., 1995; Scarpati, 1997; Alencar et al., 1999; Rocha et al., 2005) e, quando adotada como característica da matriz, variando entre 0,09 e 0,28 (Silva & Pereira, 1986; Wray et al., 1987; Scarpati, 1997; Pereira et al., 2002).

Na raça Canchim (5/8 Charolês + 3/8 Zebu) ainda são escassas análises genéticas envolvendo o período de gestação. Assim, os objetivos neste trabalho foram comparar modelos animais alternativos utilizados para análise de período de gestação e verificar se essa característica possui variabilidade genética suficiente para ser incluída em programas de seleção e as implicações que a seleção direta para ela pode ter no crescimento dos animais, por meio de estimativa de herdabilidade e de correlações genéticas com os pesos ao nascimento (PN) e aos 12 meses de idade (P12) para animais de um rebanho Canchim.

Material e Métodos

O conjunto de dados analisado neste trabalho foi proveniente do rebanho da raça Canchim pertencente à Embrapa Pecuária Sudeste, localizada no município de São Carlos, São Paulo, Brasil. Os animais estudados foram criados em regime exclusivo de pastagens, recebendo suplementação mineral e os cuidados sanitários normais da região.

O rebanho foi mantido fechado desde sua formação até o ano de 1999, quando novas linhagens de Canchim começaram a ser produzidas; contudo, acasalamentos consanguíneos foram evitados. Maiores informações sobre a origem, os manejos alimentar, sanitário e reprodutivo do rebanho podem ser obtidas em Alencar et al. (1981) e Barbosa (1991).

Foram estudadas observações de período de gestação de 2.989 bezerras nascidos entre 1979 e 2004, filhos de 1.120

matrizes e 178 touros. O período de gestação foi obtido pela diferença entre a data do parto e a data de concepção. Em virtude do uso de buçal marcador pelos touros, permitindo a coleta de dados referentes à data de concepção, gestações resultantes tanto de monta natural como de inseminação artificial foram analisadas.

Foram descartados os dados que se referiam a gestações de gêmeos, abortos, transferências de embrião e animais de exposição, suplementados ou que participavam de experimentos, além de alguns “outliers”.

Os dados de peso ao nascimento e P12 foram coletados entre 1953 e 2004. Os arquivos analisados apresentavam 8.506 medidas de peso ao nascimento e 6.372 de peso aos 12 meses de idade. O peso aos 12 meses de idade foi padronizado para 365 dias com base no ganho diário da desmama a um ano de idade.

O arquivo utilizado para implementar a matriz de parentesco foi constituído de 12.334 diferentes animais, obtendo-se um coeficiente de endogamia de 0,021.

Neste trabalho foram feitas análises unicaracterísticas de período de gestação para a escolha do modelo animal que melhor explicasse esta variável, e bicaracterísticas de período de gestação com peso ao nascimento e com peso aos 12 meses de idade para verificar o que provavelmente pode ocorrer no crescimento dos animais com a seleção direta para período de gestação. Nas análises unicaracterísticas, considerou-se período de gestação tanto como característica do bezerro (PG_B) quanto como característica da vaca (PG_V). Nas análises bicaracterísticas, o período de gestação foi considerado apenas como característica do bezerro. Ao se estudar esta característica como do bezerro, supõe-se que o bezerro tem maior controle sobre o período de gestação, ou seja, que a duração deste período é determinada por efeitos de crescimento do bezerro durante a fase intrauterina. Scarpati (1997) concluiu que a variabilidade genética aditiva direta dessa característica é bastante expressiva e que sua superioridade em relação à materna reforça a premissa de que o bezerro exerce maior controle sobre período de gestação que a matriz.

Os grupos de contemporâneos para todas as características foram compostos por sexo, ano e mês de nascimento do bezerro. Foram eliminados dos arquivos grupos de contemporâneos que apresentavam menos de duas observações.

Os componentes de variância e os parâmetros genéticos foram estimados por máxima verossimilhança restrita livre de derivadas, utilizando-se o programa computacional MTDFREML (Boldman et al., 1993). A significância dos efeitos fixos considerados nos modelos foi previamente testada pelo método dos quadrados mínimos, e apenas

foram utilizados nas análises os efeitos significativos ($P < 0,01$).

Quatro modelos animais alternativos foram testados em análises unicaracterísticas de PG_B e de PG_V . Para PG_B , os modelos incluíram o efeito fixo de grupo de contemporâneos e as combinações dos efeitos aleatórios aditivo direto, aditivo materno e de ambiente permanente da vaca. O modelo completo utilizado para análise de PG_B pode ser representado sob a forma matricial como:

$$Y = Xb + Za + Mm + Wp + e \quad (1)$$

em que: Y = vetor das variáveis dependentes; b = vetor de efeitos fixos; a = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos dos animais; m = vetor de efeitos genéticos aditivos maternos; p = vetor de efeito de ambiente permanente materno; e = vetor de efeitos residuais; e X , Z , M e W são as respectivas matrizes de incidência para cada efeito.

Para PG_V , os efeitos fixos de grupo de contemporâneos e de estádio fisiológico da fêmea (novilha de primeira estação de monta, vaca com bezerro ao pé, vaca solteira e vaca que entrou prenhe, mas que pariu durante a estação) e as combinações do efeito aleatório aditivo direto com os aleatórios não correlacionados de pai do bezerro e de ambiente permanente da própria fêmea foram considerados. A representação matricial do modelo completo adotado para a análise de PG_V é a seguinte:

$$Y = Xb + Za + Ss + Wp + e \quad (2)$$

em que: Y = vetor das variáveis dependentes; b = vetor de efeitos fixos; a = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos dos animais; s = vetor de efeitos do pai do bezerro; p = vetor de efeito de ambiente permanente do próprio animal; e = vetor de efeitos residuais; e X , Z , S e W são as respectivas matrizes de incidência para cada efeito.

O teste de razão de verossimilhança, no nível de 5% de probabilidade, foi utilizado com o objetivo de comparar os modelos animais (do reduzido ao completo) para PG_B e PG_V . Esse teste compara dois modelos de cada vez, estimados por verossimilhança, sendo um dos modelos uma versão reduzida do outro, ou seja, um modelo tem r parâmetros adicionais. O teste verifica se esses parâmetros adicionais melhoram significativamente o modelo (Camarinha Filho, 2002).

As correlações genéticas de PG_B com peso ao nascimento e com P12 foram estimadas utilizando modelo

animal bicaracterística, considerando-se para PG_B o modelo completo descrito anteriormente. O modelo para peso ao nascimento incluiu os efeitos fixos de grupo de contemporâneos e a de idade da vaca ao parto como covariável (efeitos linear e quadrático) e os efeitos aleatórios aditivo direto do animal, aditivo materno e de ambiente permanente da vaca, correspondendo, sob forma matricial, ao modelo 1. O modelo para peso aos 12 meses de idade é semelhante ao do peso ao nascimento, com a diferença de não incluir o efeito aleatório aditivo materno.

A partir da seleção para redução de PG_B foram calculadas respostas diretas e correlacionadas (em peso ao nascimento e peso aos 12 meses de idade) esperadas, supondo-se 10, 30 e 50% de animais selecionados e, portanto, intensidades de seleção iguais a 1,75; 1,16 e 0,80, respectivamente. O cálculo foi feito com utilização das fórmulas propostas por Falconer & Mackay (1996) e os valores dos componentes de variância e herdabilidades utilizados nestas fórmulas foram obtidos a partir das análises bicaracterísticas:

$$R_X = i \sqrt{h_X^2 \sigma_{aX}^2} \quad e \quad R_{Y(X)} = ir \sqrt{h_X^2 \sigma_{aY}^2}$$

em que: X e Y = características analisadas; R_X = resposta direta em X ; $R_{Y(X)}$ = resposta correlacionada em Y com a seleção para X ; i = intensidade de seleção; h_X^2 = herdabilidade de X ; σ_{aX}^2 = variância genética aditiva direta de X ; σ_{aY}^2 = variância genética aditiva direta de Y ; r = correlação genética entre X e Y .

Resultados e Discussão

O período de gestação mostrou apenas 2,65% de variação, mas com diferença de 47 dias entre os valores mínimo e máximo observados, mostrando ser potencialmente explorável (Tabela 1). De acordo com Scarpati (1997), com a diminuição progressiva da média de período de gestação, certamente ocorrerão mudanças positivas na produtividade do plantel, com aumento no número de matrizes prenhes ao final do período de acasalamento, e com as consequentes vantagens decorrentes desse aumento. A média de 287,9 dias verificada para o período de gestação está bastante próxima à de 288,7 dias estimada por Alencar & Bugner (1987) para o mesmo rebanho Canchim. As médias calculadas

Tabela 1 - Estrutura descritiva dos dados de período de gestação, peso ao nascer e peso aos 12 meses de idade de animais de um rebanho Canchim

Característica	Grupos de contemporâneos	Média	Desvio-padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Período de gestação (dias)	266	287,90	7,64	2,65	265,00	312,00
Peso ao nascer (kg)	534	35,36	5,84	16,53	20,00	60,00
Peso aos 12 meses de idade (kg)	500	220,10	44,20	20,12	98,49	389,94

CV = coeficiente de variação.

para peso ao nascimento e peso aos 12 meses de idade (Tabela 1) também são coerentes com as relatadas por Castro-Pereira (2003) para esse mesmo rebanho.

O valor obtido no teste de razão de verossimilhança ($-2\log\lambda$) aumentou com a inclusão de cada novo efeito e, simultaneamente, as estimativas que estavam sendo infladas pela ausência de algum outro efeito e os resíduos foram reduzidos, tanto para PG_B (Tabela 2) quanto para PG_V (Tabela 3). É interessante mencionar que praticamente todos os componentes variaram sob utilização dos diferentes modelos. Os resultados dos testes de razão de verossimilhança mostraram que o modelo que incluiu apenas os efeitos aleatórios genético aditivo direto e de ambiente permanente materno (modelo 3) pode ser utilizado em análises do PG_B , não havendo diferenças significativas nas estimativas dos valores genéticos obtidos com este modelo em comparação às obtidas em análises com o modelo completo. Já para o PG_V , o modelo completo (modelo 4) é o mais indicado para as análises, pois, se um ou mais efeitos

não forem considerados no modelo, as estimativas dos valores genéticos poderão ser prejudicadas.

As estimativas de herdabilidade direta de PG_B , que variaram de 0,22 a 0,31, são inferiores aos limites de 0,49 a 0,60 verificados por Scarpati (1997) utilizando modelos similares aos deste estudo para animais da raça Nelore, no entanto, estão próximos do limite inferior dos valores (0,17 a 0,71) encontrados na literatura para gado de corte (Wray et al., 1987; Gregory et al., 1995; Alencar et al., 1999; Rocha et al., 2005). As baixas estimativas de herdabilidade materna, de 0,04 e 0,02, para os modelos reduzido e completo, respectivamente, refletem menor efeito genético da matriz sobre período de gestação, e são também inferiores às de 0,15 e 0,12 relatadas por Scarpati (1997). As correlações altas e negativas entre os efeitos direto e materno mostram antagonismo genético entre esses efeitos para essa característica. Explicar biologicamente esse antagonismo é difícil; segundo Willham (1980), a estimação de efeitos maternos e seus componentes de covariância é problemática,

Tabela 2 - Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos do período de gestação analisado como característica do bezerro, obtidos a partir de quatro modelos animais alternativos

Estimativa	Modelo			
	1	2	3	4
σ_a^2	13,31	15,58	11,63	16,17
σ_m^2	—	2,24	—	0,88
σ_{am}	—	-2,90	—	-3,24
σ_p^2	—	—	2,19	2,97
σ_e^2	38,70	37,24	37,89	35,38
$h_a^2 \pm ep$	0,26 \pm 0,04	0,30 \pm 0,07	0,22 \pm 0,04	0,31 \pm 0,07
$h_m^2 \pm ep$	—	0,04 \pm 0,03	—	0,02 \pm 0,03
$r_{am} \pm ep$	—	-0,49 \pm 0,19	—	-0,86 \pm 0,46
$c^2 \pm ep$	—	—	0,04 \pm 0,02	0,06 \pm 0,02
$-2\log\lambda$	-9,53	-7,06	-4,13	0

Modelos com efeitos aleatórios: (1) aditivo direto; (2) aditivos direto e materno; (3) aditivo direto e de ambiente permanente; (4) aditivos direto e materno e de ambiente permanente. σ_a^2 , σ_m^2 , σ_p^2 e σ_e^2 = variâncias genética aditiva direta, genética aditiva materna, de ambiente permanente e residual; s_{am} = covariância genética entre os efeitos direto e materno; h_a^2 e h_m^2 = herdabilidades direta e materna; r_{am} = correlação entre os efeitos direto e materno; c^2 = fração de variância atribuída ao ambiente permanente; ep = erro padrão; $-2\log\lambda$ = $-2\log$ da razão entre o máximo da função de verossimilhança no modelo reduzido e no modelo completo, expresso como desvio do modelo de maior valor.

Tabela 3 - Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos do período de gestação analisado como característica da vaca, obtidos a partir de quatro modelos animais alternativos

Estimativa	Modelo			
	1	2	3	4
σ_a^2	3,20	3,49	1,89	1,91
σ_s^2	—	2,75	—	2,79
σ_p^2	—	—	2,40	2,75
σ_e^2	46,75	44,26	45,56	42,95
$h_a^2 \pm ep$	0,06 \pm 0,02	0,07 \pm 0,02	0,04 \pm 0,02	0,04 \pm 0,02
$s^2 \pm ep$	—	0,05 \pm 0,01	—	0,05 \pm 0,01
$c^2 \pm ep$	—	—	0,05 \pm 0,03	0,05 \pm 0,02
$-2\log\lambda$	-49,40	-5,52	-45,25	0

Modelos com efeitos aleatórios: (1) aditivo direto; (2) aditivo direto e não correlacionado do pai do bezerro; (3) aditivo direto e de ambiente permanente; (4) aditivo direto, não correlacionado do pai do bezerro e de ambiente permanente; σ_a^2 , σ_s^2 , σ_p^2 e σ_e^2 = variâncias genética aditiva direta, do pai do bezerro, de ambiente permanente e residual; h_a^2 = herdabilidade direta; s^2 = fração de variância atribuída ao efeito de pai do bezerro; c^2 = fração de variância atribuída ao ambiente permanente; ep = erro padrão; $-2\log\lambda$ = $-2\log$ da razão entre o máximo da função de verossimilhança no modelo reduzido e no modelo completo, expresso como desvio do modelo de maior valor.

uma vez que efeitos diretos e maternos, em geral, se confundem, e a expressão dos efeitos maternos é limitada ao sexo, ocorre tarde na vida do animal e é retardada em uma geração.

A utilização do modelo completo para PG_V permitiu calcular um coeficiente de repetibilidade de 0,09 para esta característica, indicando baixa correlação entre os períodos de diferentes gestações das fêmeas. Assim, comparações com modelos usados para PG_B permitem inferir que os principais efeitos que irão determinar o período de gestação são inerentes ao bezerro e não à mãe. A inclusão do efeito do pai do bezerro no modelo como efeito aleatório não correlacionado reduziu a variância do erro, correspondendo a 5% da variância total. Alencar et al. (1999) também encontraram efeito significativo de pai do bezerro sobre o período de gestação de bezerras $\frac{1}{2}$ Charolês + $\frac{1}{4}$ Canchim + $\frac{1}{4}$ Nelore e sugeriram que este efeito pode estar relacionado com o crescimento do bezerro na fase intrauterina.

As estimativas de herdabilidade direta calculadas para PG_V aproximam-se em magnitude das estimativas de herdabilidade materna obtidas para PG_B , o que é explicado pelo fato de o animal responsável pelas variações relacionadas ao efeito materno nos modelos usados para PG_B e pelo efeito direto nos modelos para PG_V ser o mesmo, ou seja, a matriz. As herdabilidades diretas estimadas para PG_V , que variaram de 0,04 a 0,07, estão abaixo dos valores de 0,09 a 0,28 relatados na literatura para bovinos (Silva & Pereira, 1986; Wray et al., 1987; Scarpati, 1997; Pereira et al., 2002; Azevêdo et al., 2006).

Vale ressaltar que, apesar de o modelo 3 não ter sido diferente do modelo 4, o modelo utilizado para PG_B nas análises bicaracterísticas (Tabela 4) foi o completo. Análises com duas características simultaneamente foram feitas com o objetivo principal de estimar as correlações existentes.

As estimativas de herdabilidade direta para PG_B nas análises bicaracterísticas foram de magnitudes superiores às maternas, refletindo menor efeito genético da mãe que do próprio bezerro sobre período de gestação, assim como foi

observado nas análises unicaracterísticas. Os valores reduzidos das frações de variância atribuídas ao ambiente permanente materno revelam baixa influência desse efeito sobre as características estudadas. A estimativa de herdabilidade de peso ao nascimento (Tabela 4) foi superior às relatadas por Scarpati (1997) para animais da raça Nelore e por Mello et al. (2002) para animais Canchim desse mesmo rebanho. A análise de P12 mostrou valor de herdabilidade (Tabela 4) inferior ao de 0,63 calculado por Mello et al. (2002) e próximo ao de 0,38 estimado por Castro-Pereira (2003) também para o mesmo rebanho Canchim.

A correlação genética obtida entre PG_B e peso ao nascimento foi positiva, revelando que a seleção para redução de PG_B resultará na redução do peso ao nascimento. Scarpati (1997), que verificou valor de correlação genética de 0,41 para bovinos Nelore, inferior ao estimado neste trabalho, constatou também que as correlações genéticas entre PG_B e pesos decrescem com a idade, o que está de acordo com o resultado obtido neste estudo para a correlação genética entre PG_B e P12. Conforme mencionado por Wray et al. (1987), a seleção para menor período de gestação poderá reduzir problemas de parto e gerar menor impacto na taxa de crescimento, em comparação com o que seria esperado da seleção para menor peso ao nascimento. Isso é coerente com a estimativa de correlação genética entre PG_B e P12, que foi praticamente nula, indicando que a seleção para diminuição do período de gestação não interfere no P12, característica usada como critério de seleção no rebanho.

As estimativas de resposta à seleção obtidas (Tabela 5) indicam que, se período de gestação for adotado como critério de seleção, haverá também diminuição do peso ao nascimento, em proporções menores que se a seleção fosse direta para essa variável, o que é desejável, considerando que menores pesos ao nascimento reduzem problemas de parto e que o peso ao nascimento não pode ser drasticamente reduzido para que complicações relacionadas ao

Tabela 4 - Estimativas de parâmetros genéticos e ambientais do período de gestação, peso ao nascer e peso aos 12 meses de idade em um rebanho Canchim

Característica (1 e 2)	h^2_{a1}	h^2_{m1}	h^2_{a2}	h^2_{m2}	c^2_1	c^2_2	r_g
PG_B e PN	0,41	0,03	0,55	0,05	0,04	0,05	0,65
PG_B e P12	0,31	0,02	0,40	-	0,05	0,09	0,01

PG_B : período de gestação; PN: peso ao nascer; P12: peso aos 12 meses de idade; h^2_{a1} e h^2_{a2} : herdabilidade direta das características 1 e 2; h^2_{m1} e h^2_{m2} : herdabilidade materna das características 1 e 2; c^2_1 e c^2_2 : fração de variância atribuída ao ambiente permanente materno das características 1 e 2; r_g : correlação genética entre as duas características.

Tabela 5 - Respostas diretas^a e correlacionadas^b esperadas a partir da seleção para redução no período de gestação e no peso ao nascer e aumento no peso aos 12 meses de idade, calculadas com base em diferentes intensidades de seleção, em um rebanho Canchim

Característica	Intensidade de seleção		
	1,75	1,16	0,80
	Resposta à seleção		
Período de gestação (dias) ^a	-5,26	-3,48	-2,40
Peso ao nascer (kg) ^a	-5,54	-3,67	-2,53
Peso ao nascer (kg) ^b	-3,10	-2,06	-1,42
Período de gestação (dias) ^a	-3,93	-2,60	-1,79
Peso aos 12 meses de idade (kg) ^a	21,59	14,31	9,87
Peso aos 12 meses de idade (kg) ^b	-0,19	-0,13	-0,09

desenvolvimento e crescimento do bezerro sejam evitadas. Com relação ao efeito da seleção direta para período de gestação sobre peso aos 12 meses de idade, os valores obtidos mostram que esse pode ser considerado nulo, em comparação com a seleção direta para peso aos 12 meses de idade, desta forma, estas duas características podem ser usadas simultaneamente em programas de seleção, não havendo interferência entre elas.

Conclusões

Os efeitos que influenciam o período de gestação estão relacionados principalmente aos bezerros, e não com a matriz, portanto o período de gestação é uma característica que deve ser estudada como característica do bezerro. O modelo que inclui apenas efeitos aleatórios aditivo direto e de ambiente permanente materno pode ser utilizado para análise genética do período de gestação no rebanho estudado sem que haja prejuízo nas estimativas de valores genéticos. O período de gestação pode ser utilizado como critério de seleção auxiliar neste rebanho. A seleção para menor período de gestação deve resultar em menor peso ao nascimento, sem interferir no valor do peso ao ano.

Referências

- ALENCAR, M.M. Critérios de Seleção e a Moderna Pecuária Bovina de Corte Brasileira. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4., 2002, Campo Grande *Anais...* Campo Grande: SBMA, 2002. (CD-ROM).
- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T.; NOVAES, A.P. Característica produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore e cruzadas ½ Canchim + ½ Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p.960-967, 1999.
- ALENCAR, M.M.; BUGNER, M. Desempenho produtivo das raças Canchim e Nelore II. Primeiro parto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.22, n.8, p.867-872, 1987.
- 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 Brasileira de Zootecnia*, v.10, n.1, p.151-156, 1981.
- AZEVEDO, D.M.M.R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.N.B. et al. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.988-996, 2006 (supl.).
- BARBOSA, P.F. *Análise genético-quantitativa de características de crescimento e reprodução em fêmeas da raça Canchim*. 1991. 237f. Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP, Ribeirão Preto.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. *A manual for use of MTDFREML*. Clay Center: USDA-ARS, 1993. 120p.
- CAMARINHA FILHO, J.A. *Modelos lineares mistos: estruturas de matrizes de variâncias e seleção de modelos*. 2002. 85f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba.
- CASTRO-PEREIRA, V.M. *Estudo genético de critérios de seleção ligados à eficiência reprodutiva e ao crescimento de machos e fêmeas da raça Canchim*. 2003. 71f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. 4.ed. Longman, 1996. 463p.
- GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. Genetic and phenotypic (co)variances for production traits of female populations of purebred and composite beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.73, p.2235-2242, 1995.
- 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, p.1707-1714, 2002.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.703-708, 2002.
- REYNOLDS, W.L.; DeROUEN, T.M.; MOIN, S. et al. Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, Zebu and Zebu cross beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.51, n.4, p.860-867, 1980.
- ROCHA, J.C.M.C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M.M. et al. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.57, n.6, p.784-791, 2005.
- SCARPATI, M.T.V. *Modelos animais alternativos para estimação de componentes de (co)variância e de parâmetros genéticos e fenotípicos do período de gestação na raça Nelore*. 71f. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP, Ribeirão Preto.
- SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A. Fatores de meio e genéticos que influem no desempenho reprodutivo de fêmeas Zebu e mestiças Chianina-Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.15, n.2, p.132-141, 1986.
- WRAY, N.R.; QUAAS, R.L., POLLAK, E.J. Analysis of gestation length in American Simental cattle. *Journal of Animal Science*, v.65, p.970-974, 1987.
- WILLHAM, R.L. Problems in estimating maternal effects. *Livestock Production Science*, v.7, p.405-418, 1980.