

Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte

[Genetic parameters estimates for gestation length in beef cattle]

J.C.M.C. Rocha¹, H. Tonhati², M.M. Alencar³, R.B. Lôbo^{4*}

¹Aluna de Doutorado - FMRP – USP – Ribeirão Preto, SP

²Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - UNESP-Jaboticabal, SP

³EMBRAPA Pecuária do Sudeste - São Carlos, SP

⁴Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP

Av. Bandeirantes, 3.900

14049-900 - Ribeirão Preto, SP

RESUMO

Estimaram-se os componentes de variância do período de gestação (PG) considerando-se o efeito direto do bezerro e os efeitos direto da vaca e aleatório do touro (pai do bezerro). Além dos efeitos aleatórios, os modelos estatísticos incluíram os efeitos fixos de grupo de contemporâneos, composto pela data juliana de inseminação, ano de nascimento e sexo do bezerro, e a idade da vaca ao parto (covariável linear e quadrática). As médias de PG para os animais da raça Nelore foram 294,55 dias (machos) e 293,34 dias (fêmeas) e para os animais cruzados, 292,49 dias (machos) e 292,55 dias (fêmeas). Os componentes de variância observados no Nelore, utilizando-se o modelo 1, que considerou o PG como característica do bezerro, foram 14,47; 72,78 e 57,31 para os componentes aditivo direto (σ_a^2), fenotípico total (σ_p^2) e residual (σ_e^2), respectivamente, e a herdabilidade foi 0,21. Para os animais cruzados, pelo mesmo modelo, os componentes de variância foram 90,40 (σ_a^2), 127,35 (σ_p^2) e 36,95 (σ_e^2), e a herdabilidade, 0,71. Os componentes de variância do PG do Nelore sob o modelo 2, que considerou o PG como característica da vaca, foram 12,78; 5,01; 74,84 e 57,05, para σ_a^2 ; σ_{pb}^2 (variância do pai do bezerro); σ_p^2 e σ_e^2 , respectivamente. A fração fenotípica atribuída ao touro (c^2) foi 0,07 e a repetibilidade, 0,17. Para os cruzados, estimaram-se 22,11; 22,97; 127,70 e 82,61 para σ_a^2 ; σ_{pb}^2 ; σ_p^2 e σ_e^2 , respectivamente, enquanto o c^2 foi 0,18 e o coeficiente de repetibilidade, 0,17. Sugere-se, para fins de seleção, que o coeficiente de herdabilidade utilizado seja o obtido na análise em que PG foi considerado como característica do bezerro.

Palavras-chave: bovino de corte, período de gestação, herdabilidade, repetibilidade

ABSTRACT

Variance components were estimated for gestation length fitting the additive direct effect of calf, maternal genetic effect and sire effect as random effects. The statistical models also included the fixed effects of contemporary group, that included the date of breeding (AI), date of birth, and sex of calf, and the covariate age of dam at calving (linear and quadratic). Two different models were used, model 1 considering GL as a trait of the calf, and model 2 considering GL as a trait of the dam. The means of gestation length for the purebred animals were 294.55 days (males) and 293.34 days (females), while for the crossbred animals they were 292.49 days (males) and 292.55 days (females). Variance components for the purebred animals, fitting model 1, were 14.47, 72.78 and 57.31, for the additive genetic (σ_a^2),

Recebido para publicação em 15 de abril de 2004

Recebido para publicação, após modificações, em 29 de setembro de 2004

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: rrblobo@genbov.fmrp.usp.br

Apoio financeiro: CNPq

Componentes de variância...

total phenotypic (σ_p^2) and residual (σ_e^2) effects, respectively, with a heritability estimate of 0.21. For the crossbred animals, variance components for σ_a^2 , σ_p^2 , σ_e^2 were 90.40, 127.35 and 36.95, respectively, with a heritability of 0.71. Fitting model 2, the estimated variance components for the purebred animals were 12.78, 5.01, 74.84 and 57.05 for σ_a^2 , sire of calf (σ_{asire}^2), σ_p^2 , and σ_e^2 , respectively. The sire effect accounted for 0.07 (c^2) of the phenotypic variance and the coefficient of repeatability was 0.17. For the crossbred animals, the variance components were 22.11 (σ_a^2), 22.97 (σ_{asire}^2), 127.70 (σ_p^2) and 82.61 (σ_e^2), while c^2 was 0.18 and repeatability was 0.17. Therefore, regarding selection of beef cattle, it is suggested to use the heritability estimate obtained by model 1, where GL is considered as a trait of the calf.

Keywords: beef cattle, gestation length, heritability, repeatability

INTRODUÇÃO

Os problemas reprodutivos são os principais limitantes da eficiência produtiva em bovinos de corte no Brasil. Entretanto, os programas de melhoramento genético mais tradicionais dão mais ênfase às características de desempenho ponderal. A inclusão de características reprodutivas é de suma importância para os programas de melhoramento que visem à otimização da produção de carne.

A duração da gestação, embora não seja propriamente uma medida de fertilidade, é estreitamente relacionada com o período reprodutivo. Bezerros provenientes de gestações mais curtas nascem mais leves e tendem a produzir mais kg/hectare/ano, o que representa, em média, maior intervalo entre o nascimento e a desmama.

O período de gestação é geralmente correlacionado com o peso ao nascer e com a facilidade de parto, não sendo esta considerada uma característica economicamente importante quando avaliada isoladamente, mas sim como uma característica reprodutiva auxiliar no processo de seleção.

Alguns trabalhos (Azzam e Nielson, 1987; Scarpati, 1997) verificaram variação genética entre animais para o período de gestação, sugerindo a inclusão dessa característica em programas de seleção. Entretanto, essas informações são escassas para bovinos de origem indiana (*Bos indicus*) e seus cruzamentos. O objetivo deste estudo foi avaliar o período de gestação de vacas da raça Nelore, acasaladas com touros Nelore e Hereford, considerando-o como característica da mãe ou do bezerro.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com base nas informações zootécnicas pertencentes a duas fazendas controladas pelo grupo Grendene. Para a raça Nelore, utilizaram-se os dados coletados na Fazenda Jacarezinho, localizada em Valparaíso-SP. O rebanho total era composto de 26.000 cabeças, com aproximadamente 11.403 matrizes em reprodução, sendo 6.600 sob inseminação artificial. Todos os animais foram criados exclusivamente em pastagens com suplementação mineral. Para os animais cruzados Hereford-Nelore, foram usados dados da Fazenda Ressaca, localizada no município de Cáceres-MT. O rebanho total da fazenda era formado de 27.368 cabeças, sendo 14.758 fêmeas em reprodução, das quais de 4.000 a 6.000 eram inseminadas anualmente.

As análises estatísticas foram realizadas por máxima verossimilhança restrita, segundo Boldman et al. (1995), fazendo uso de modelo animal e considerando a duração da gestação, primeiramente, como característica do bezerro e, posteriormente, como característica da mãe do bezerro. O modelo incluiu efeitos fixos de grupo de contemporâneos e idade da vaca ao parto como covariável (efeitos linear e quadrático).

O modelo utilizado nas análises do período de gestação como característica do bezerro foi:

$$y = X\beta + Za + \varepsilon \text{ (modelo 1), em que:}$$

y = vetor das observações;

X = matriz de incidência dos efeitos fixos;

β = vetor dos efeitos fixos;

Z = matriz de incidência dos efeitos genéticos diretos;

a = vetor dos efeitos genéticos diretos e

ε = vetor dos erros aleatórios associados às observações.

Para as análises do período de gestação como característica da vaca, utilizou-se um modelo matemático no qual o pai do bezerro foi incluído como efeito aleatório não correlacionado, desconsiderando o possível parentesco entre a vaca e o touro com o qual ela foi acasalada. O modelo representado foi:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2s + \varepsilon, \text{ (modelo 2) em que:}$$

Z_1 = matriz de incidência dos efeitos genéticos diretos da vaca;

Z_2 = matriz de incidência dos efeitos do pai do bezerro;

a = vetor dos efeitos diretos da vaca;

s = vetor dos efeitos do pai do bezerro.

Admitiu-se a seguinte distribuição conjunta para os efeitos aleatórios no modelo 1:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim \text{NMV} \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} V & ZG & R \\ GZ' & G & 0 \\ R & 0 & R \end{bmatrix} \right\}, \text{ em que:}$$

$$V = ZGZ' + R;$$

$$G = A \sigma_a^2;$$

$$R = I_n \sigma_e^2;$$

n = número total de observações.

Para o modelo 2, a distribuição conjunta assumida foi:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ s \\ e \end{bmatrix} \sim \text{NMV} \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} V & Z_1G & Z_2S & R \\ GZ_1' & G & 0 & 0 \\ SZ_2' & 0 & S & 0 \\ R & 0 & 0 & R \end{bmatrix} \right\},$$

em que:

$$V = Z_1GZ_1' + Z_2SZ_2' + R;$$

$$G = I \sigma_v^2;$$

$$S = I_r \sigma_{pb}^2;$$

$$R = I_n \sigma_e^2;$$

r = número total de touros.

n = número total de observações.

σ_v^2 = variância genético-aditiva direta da vaca, que neste caso também inclui a variância de ambiente permanente materno, σ_{pb}^2 = variância

do pai do bezerro e σ_e^2 = variância residual. G_0 , S_0 e R_0 são matrizes de variâncias e covariâncias genética direta, do pai do bezerro e residual, respectivamente. Assumiu-se que R ou R_0 não são correlacionados com os demais efeitos. A é a matriz de relações aditivas de parentesco entre os animais e I é a matriz identidade.

O efeito materno não foi incluído no modelo 2, por não existirem informações de parentesco das vacas.

Para a formação dos grupos de contemporâneos (GC), foram considerados a data juliana da inseminação, o ano de nascimento e o sexo do bezerro. As vacas Nelore tinham de 3 a 14 anos de idade no momento do parto e as cruzadas Hereford-Nelore, de 3 a 10 anos de idade.

Os arquivos de dados da raça Nelore e de animais cruzados Hereford-Nelore continham informações apresentadas na Tab. 1.

Tabela 1. Número de observações, de grupos de contemporâneos (GC), média de integrantes por GC, de touros, de vacas, de filhos por touro e por vaca, para o período de gestação na raça Nelore e cruzados Hereford-Nelore

	Nelore	Hereford-Nelore
Número de observações	7.585	2.566
Número de GC	592	301
Média do GC	12,81	8,52
Número de touros	149	257
Número de filhos/touro	50,91	301
Número de vacas	3.766	1.947
Número de filhos/vaca	2,01	1,32

GC = grupo de contemporâneos

Todas as informações de genealogia disponíveis foram incluídas com o objetivo de minimizar o desvio decorrente de seleção e aumentar as acurácias das estimativas (Meyer, 1992). Assim, foram incluídos na matriz de parentesco o próprio animal, o pai e a mãe do bezerro e os avós paternos.

A raça Nelore foi representada por 14.968 animais e 7.585 pedigrees, com coeficiente de endogamia igual a zero. Os cruzados foram representados por 5.112 diferentes animais e 2.566 pedigrees, também com coeficiente de endogamia igual a zero.

Componentes de variância...

Antes da formação dos grupos de contemporâneos, fez-se uma análise de variância com o intuito de verificar se os efeitos de sexo, ano de nascimento do produto aninhado na data juliana de inseminação e idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático) eram significativos sobre o período de gestação e para obter médias, desvios-padrão e coeficientes de variação.

As análises foram realizadas utilizando-se o procedimento *Simplex* para localizar o máximo do logaritmo da função de verossimilhança (L) (Meyer, 1989). Considerou-se que a convergência foi atingida quando a variância dos valores da função ($-2 \log L$) no *Simplex* foi menor que 10^{-9} . Para assegurar que o valor alcançado foi o máximo global, e não local, as análises foram refeitas utilizando-se os valores iniciais obtidos na análise. A repetibilidade do

período de gestação, quando estudada como característica da matriz, foi obtida dividindo-se o componente de variância genético-aditiva da vaca pela variância fenotípica total, estimados pelo modelo 2.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises de variância do período de gestação para a raça Nelore e animais cruzados Hereford-Nelore são apresentadas na Tab. 2

As médias observadas dos períodos de gestação para machos e fêmeas, com seus respectivos desvios-padrão e coeficientes de variação, são apresentadas na Tab. 3.

Tabela 2. Análise de variância do período de gestação para a raça Nelore e em animais cruzados Hereford-Nelore

Fonte de variação	Graus de liberdade		Quadrado médio	
	Nelore	Hereford- Nelore	Nelore	Hereford- Nelore
Ano de nascimento do produto (data da IA)	317	170	242,719*	236,384*
Sexo	1	1	3.035,808*	21,029 ^{ns}
Idade da vaca ao parto (efeito linear)	1	1	2.880,112*	18,066 ^{ns}
Idade da vaca ao parto (efeito quadrático)	1	1	1.761,599*	47,717 ^{ns}
Resíduo	6.989	2.392	72,100	109,745

* $P < 0,0001$; ns: não significativo.

Tabela 3. Número de observações (N), média observada, desvio-padrão, coeficiente de variação (CV) e amplitude do período de gestação, de acordo com o sexo, para a raça Nelore e animais cruzados Hereford-Nelore

Item	Nelore		Hereford-Nelore	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
N	3911	3675	1347	1219
Média (dias)	294,55	293,34	292,49	292,55
Desvio-padrão (dias)	8,47	8,40	10,51	10,56
CV (%)	2,87	2,86	3,59	3,60
Amplitude (dias)	40	40	40	40

A média do período de gestação para a raça Nelore foi 293,94 dias e, para os animais cruzados, 292,52 dias, esta última corresponde a um valor intermediário entre a raça Hereford (286 dias), citada na literatura, e a raça Nelore.

Alencar e Bugner (1987) verificaram gestação 4,9 dias mais longa para as novilhas Nelore em relação à gestação de novilhas Canchim (5/8 Charolês + 3/8 zebu). Também Lasley et al. (1961), ao trabalharem com mestiços das raças Angus e Hereford, encontraram gestação 10 dias mais longa para a raça Hereford em relação à

raça Angus e resultado intermediário para o cruzamento entre as duas raças, indicando ação genético-aditiva com pouca heterose envolvida.

Houve efeito de sexo do bezerro sobre o período de gestação na raça Nelore. Os produtos machos foram gestados cerca de 1,21 dias a mais que as fêmeas. Estes resultados foram compatíveis com os encontrados para várias raças de corte, relatados por Smith et al. (1976); Gregory et al. (1978); Gregory et al. (1979) e Azzam e Nielson (1987), que encontraram diferenças de 1,7; 1,3; 2,0 e 1,8 dias, respectivamente, mais longos para os machos. Para os animais cruzados Hereford-Nelore, o efeito de sexo do bezerro não foi significativo, semelhante ao relatado por Aroeira e Sampaio (1980) e Leite et al. (1986) na raça Gir. Alencar e Bugner (1987) e Alencar et al. (1992), ao trabalharem com as raças Canchim, Nelore e Guzerá, também não observaram efeito de sexo do bezerro sob o período de gestação.

Os desvios-padrão encontrados para ambos os sexos foram altos, indicando que a característica é dispersiva na população estudada. No entanto, os coeficientes de variação podem ser considerados baixos, dificultando, certamente, a seleção dessa característica devido à baixa variabilidade entre os indivíduos.

Resultados similares de coeficiente de variação foram descritos por Lôbo et al. (1983); Vilares e Abreu (1948) e Scarpati (1997).

Na raça Nelore, o efeito de idade da vaca ao parto (linear e quadrático) foi significativo sobre a duração da gestação. Entretanto, não foram verificadas gestações mais curtas em vacas mais jovens, como relatado por Gianola e Tyler (1973) e Azzam e Nielson (1987), os quais observaram aumento de aproximadamente dois dias na gestação do primeiro para o segundo parto e de um dia do segundo para os demais partos. Para os animais cruzados Hereford-Nelore, o efeito da idade da vaca não foi significativo. Aroeira e Sampaio (1980), ao estudarem um rebanho da raça Gir, relataram que vacas jovens pariram bezerras mais leves, contudo não observaram influência da idade da mãe ao parto sobre a duração da gestação.

As estimativas dos componentes de variância do período de gestação como característica do bezerro para a raça Nelore e animais cruzados

Hereford-Nelore, obtidas a partir das análises sob o modelo 1, são apresentadas na Tab. 4.

Tabela 4. Estimativas dos componentes de variância e da herdabilidade direta para o período de gestação como característica do bezerro, para a raça Nelore e animais cruzados Hereford-Nelore

Parâmetro	Nelore	Hereford-Nelore
σ_a^2	14,47	90,40
σ_p^2	72,78	127,35
σ_e^2	57,31	36,95
h_a^2	0,21	0,71

σ_a^2 : componente de variância aditiva direta; σ_p^2 : componente de variância fenotípica total; σ_e^2 : componente de variância residual; h_a^2 : herdabilidade direta.

Estimativas de herdabilidade próximas à da raça Nelore (0,21) foram relatadas por Lôbo et al. (1983) e Alencar et al. (1999) em raças puras zebuínas, as quais obtiveram valores de 0,30 e 0,19, respectivamente, indicando que a característica é influenciada por genes de ação aditiva.

Para os animais cruzados Hereford-Nelore, o valor de herdabilidade estimado foi alto (0,71). Alencar et al. (1999), ao trabalharem com fêmeas 1/2 Charoles + 1/4 Canchim + 1/4 Nelore, encontraram valores de herdabilidade, como característica do bezerro, de 0,69. Também Fisher e Williams (1978), ao estudarem a raça Holandesa no Canadá, encontraram estimativas de herdabilidade de 0,73. Barlow e O'Neill (1978), pesquisando animais mestiços Hereford, e Bastidas et al. (1979), estudando o cruzamento entre Brahman e Nelore, encontraram valores de herdabilidade de 0,34 e 0,33, respectivamente.

A estimativa de herdabilidade para os animais cruzados foi maior do que a estimativa obtida para a raça Nelore. Os animais cruzados Hereford-Nelore apresentaram variância genético-aditiva aproximadamente 6,2 vezes maior do que os da raça Nelore e variância residual apenas 1,7 vez maior. Isso pode ser atribuído a diferenças entre grupos genéticos, entre fazendas e entre amostragem. Do mesmo modo, Gregory et al. (1995), com raças puras e compostas, encontraram valores de herdabilidade maiores para as raças compostas do que para as raças puras: 0,58 e 0,34, respectivamente.

Componentes de variância...

Com base nas estimativas de herdabilidade, pode-se afirmar que o período de gestação é passível de ser diminuído mediante seleção.

De Fries et al. (1959) constataram que os animais que apresentaram um dia a menos de gestação foram 0,46kg mais leves ao nascer. Gregory et al. (1979) relataram contribuição de 17% da duração da gestação sobre o peso ao nascer e coeficiente de regressão de 0,42. Além disso, a magnitude da correlação genética entre período de gestação e facilidade de parto e predição de respostas correlacionadas à seleção indicam que seleção direta para facilidade de parto ou para menor peso ao nascer implica diminuição da duração da gestação, isto é, espera-se uma resposta correlacionada (Burferning et. al., 1978; Scarpati, 1997).

Vários autores demonstraram as vantagens da diminuição do período de gestação e, conseqüentemente, do peso ao nascer. Martinez et al. (1983) observaram, em animais da raça Holandesa, taxa de mortalidade de 12,3% em bezerros que nasceram pequenos contra 2,6% de mortalidade de bezerros considerados médios. De acordo com os autores, a taxa de mortalidade está diretamente ligada à duração da gestação, sendo que a média de duração foi 1,2 dias menor para as gestações cujos bezerros morreram logo após o nascimento em relação às que resultaram em bezerros sobreviventes.

Silva et al. (1992) relataram que gestações mais curtas ou mais longas estão associadas com problemas de parto e, por essa razão, a alteração desse período pela seleção provavelmente não seria justificável.

Bourdon e Brinks (1982) puseram em dúvida a eficácia de redução da gestação como critério de seleção. A seleção para maior taxa de crescimento e moderado peso ao nascer seria mais efetiva do que a seleção para crescimento e gestação mais curta, pois a primeira opção poderia tanto diminuir a gestação como alterar a curva de crescimento.

As estimativas dos componentes de variância do período de gestação como característica da matriz para a raça Nelore e animais cruzados Hereford-Nelore, obtidas a partir das análises sob o modelo 2, são apresentadas na Tab. 5.

Tabela 5. Estimativas dos componentes de variância, do coeficiente de repetibilidade e da variância fenotípica atribuída ao efeito do pai do bezerro para o período de gestação como característica da matriz, para a raça Nelore e animais cruzados Hereford-Nelore

Parâmetro	Nelore	Hereford-Nelore
σ^2_v	12,78	22,11
σ^2_{pb}	5,01	22,97
σ^2_p	74,84	127,70
σ^2_e	57,05	82,61
c^2	0,07	0,18
r	0,17	0,17

σ^2_v : componente de variância aditiva direta da vaca; σ^2_{pb} : componente de variância do pai do bezerro; σ^2_p : componente de variância fenotípica total; σ^2_e : componente de variância residual; c^2 porção da variância fenotípica devido ao efeito do pai do bezerro; r: coeficiente de repetibilidade.

A magnitude do coeficiente de repetibilidade obtida (0,17) para o período de gestação indica que é pequena a correspondência entre desempenhos da mesma matriz, sugerindo que os principais efeitos que determinaram a duração da gestação dependem mais do feto que da mãe.

Resultados similares foram descritos por Scarpati (1997) e Vianna et al. (1964), que encontraram coeficiente de repetibilidade de 0,18 para a raça Nelore e 0,19 para a raça Charolesa, respectivamente. Em geral, os valores de repetibilidade, citados na literatura, são, quase sempre, inferiores a 0,20, indicando a baixa correlação entre os desempenhos da matriz.

Na raça Nelore, a contribuição do pai do bezerro foi 7% da variação fenotípica da característica e, nos animais cruzados Hereford-Nelore, foi 18%. Este último resultado foi próximo ao encontrado por Gianola e Tyler (1973), em que o efeito de touro contribuiu com 13,6% da variação fenotípica.

Sagebiel et al. (1973), ao estudarem as raças Angus, Hereford e Charolesa, também encontraram influência do pai do bezerro na duração da gestação. Smith et al. (1976) relataram que o efeito significativo do touro indica a importância da variância genético-aditiva na progênie. Multiplicando-se c^2 por quatro, os valores de 0,28 e 0,72, que são as estimativas da herdabilidade como característica do bezerro para os animais Nelore e cruzados

Hereford-Nelore, respectivamente, são próximos aos valores apresentados na Tab. 5.

CONCLUSÕES

Em animais da raça Nelore, tendo como critério de seleção a duração da gestação, é importante considerar os efeitos de sexo, data de nascimento do bezerro e idade da vaca ao parto, enquanto que, para os animais cruzados Hereford-Nelore, deve-se considerar o efeito de sexo do bezerro. A escolha de vacas quanto à duração da gestação deve ser cautelosa, pois cerca de 17% das diferenças podem ser atribuídas às diferenças entre vacas. Existe a possibilidade de alteração da média da duração do período de gestação por meio de seleção, quando considerada como característica do bezerro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T.; BARBOSA, P.F. et al. Duração do período de gestação de vacas Guzerá acasaladas com touros das raças Guzerá e Canchim, na região de Governador Valadares-MG. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras-MG. *Anais...* Viçosa: SBZ, 1992. p.221.
- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, R.T.; NOVAES, A.P. Características produtiva e reprodutiva de fêmeas da raça Nelore e cruzadas ½ Canchim + ½ Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, p.960-967, 1999.
- ALENCAR, M.M.; BUGNER, M. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.22, p.867-872, 1987.
- AROIRA, J.A.D.C.; SAMPAIO, I.B.M. Duração da gestação em gado zebu. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.15, p.167-169, 1980.
- AZZAM, S.M.; NIELSEN, M.K. Genetic and parameters for gestation length, birth date and first breeding date in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.64, p.348-356, 1987.
- BARLOW, R.; O'NEILL, G.H. Performance of Hereford and crossbred Hereford cattle in the subtropics of New South Wales: growth of first-cross calves to weaning. *Aust. J. Agric. Res.*, v.29, p.1313-1324, 1978.
- BASTIDAS, P.; VERDE, O.; PLASSE, D.; Duracion de la gestacion de becerros F1 Nelore-Brahman. *Mem. Assoc. Latin. Prod. Anim.*, v.14, p.177, 1979.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. *A manual for use of MTDFREML*. A set of programs to obtains estimates of variances and covariances [DRAFT]. [s.l.]: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995.
- BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.55, p.543-553, 1982.
- BURFERNING, P.J.; KRESS, D.D.; FRIEDRICH, R.L. et al. Phenotypic and genetic relationships between calving ease, gestation length, birth weight and preweaning growth. *J. Anim. Sci.*, v.47, p.595-600, 1978.
- DeFRIES, J.C.; TOUCHBERRY, R.W.; HAYS, R.L. Heritability of the length of the gestation period in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.42, p.598-606, 1959.
- FISHER, L.J.; WILLIAMS, C.J. Effect of environmental factors and fetal and maternal genotype on gestation length and birth weight of Holstein calves. *J. Dairy Sci.*, v.61, p.1462-1467, 1978.
- GIANOLA, D.; TYLER, W.J. Influences on birth weight and gestation period of Holstein-Friesian cattle. *J. Dairy Sci.*, v.57, p.235-240, 1973.
- 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. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.2235-2242, 1995.
- GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V.; SMITH, G.M.L. et al. A. Characterization of biological types of cattle – cycle II: I. Birth and weaning traits. *J. Anim. Sci.*, v.47, p.1022-1030, 1978.
- GREGORY, K.E.; SMITH, G.M.L.; CUNDIFF, L.V. et al. Characterization of biological types of cattle – cycle III: I. Birth and weaning traits. *J. Anim. Sci.*, v.48, p.271-279, 1979.
- LASLEY, J.F.; DAY, B.N.; COMFORT, J.E. Some genetic aspects of gestation length, and

Componentes de variância...

- birth and weaning weights in Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, v.20, p.737-741, 1961.
- LEITE, P.R.M.; BELLIDO, M.M.; PACA, F.R. et al. Fatores que influenciam o período de gestação e intervalo entre partos de vacas Gir no nordeste brasileiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.21, p.87-92, 1986.
- LÔBO, R.B.; OLIVEIRA FILHO, E.B.; DUARTE, F.M. et al. Effects age at first calving, gestation length and dry period on milk yield in Gyr herd. *Rev. Bras. Gen.*, v.12, p.307-318, 1983.
- MARTINEZ, M.L.; FREEMAN, A.E.; BERGER, P.J. Genetic and relationship between calf livability and calving difficulty of Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v.66, p.1494-1502, 1983.
- MEYER, K. Restricted Maximun Likelihood to estimate variance components for animals models with several random effects using a derivative-free algorithm. *Gen. Select. Evol.*, v.21, p.317-340, 1989.
- MEYER, K. Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Liv. Prod. Sci.*, v.31, p.179-204, 1992.
- SAGEBIEL, J.A.; KRAUSE, G.F.; SIBBIT, B. et al. Effect of hetrosis and maternal influence om gestation lenght and birth weight in reciprocal crosses among Angus, Charolais and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, v.37, p.1273-1278, 1973.
- 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*. 1997. 71f. Tese (Mestre em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.
- SILVA, H.M.; WILCOX, C.J.; THATCHER, W.W. et al. Factors affecting days open, gestation lenght and calving interval in Florida dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.75, p.288-293, 1992.
- SMITH, G.M.; LASTER, D.B.; GREGORY, K.E. Characterization of biological types of cattle. I. distocia and preweaning growth. *J. Anim. Sci.*, v.43, p.27-36, 1976.
- VIANNA, A.T.; ALBA, J.; PAEZ, G. et al. Forma en que se hereda el peso al nacer y la longitud de gestación en el ganado Charoles. *Turrialba*, v.14, p.120-127, 1964.
- VILLARES, J.B.; ABREU, J. Contribuição para o estudo do período de gestação nas raças Gir, Indubrasil, Guzerá e Nelore. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE PAULISTA DE MEDICINA VETRINÁRIA, 3., 1948, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SMPMV, 1948. p.30-40.