

EFEITOS ADITIVOS E NÃO-ADITIVOS QUE INFLUENCIAM CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO EM BOVINOS DE CORTE ¹

AUTORES

RODRIGO DE ALMEIDA TEIXEIRA², LUCIA GALVÃO DE ALBUQUERQUE^{4,5}, MAURÍCIO MELLO DE ALENCAR^{3,4}

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor financiada pela FAPESP

² Doutorando em Zootecnia da FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP. rodrigot@fcav.unesp.br

³ Pesquisador da EMBRAPA/CPPSE, Caixa Postal 339, São Carlos, SP, 13560-970

⁴ Pesquisador CNPq

⁵ Professor Adjunto, Depto. Zootecnia FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP

RESUMO

Dados de bovinos comerciais foram analisados com o objetivo de estimar os efeitos genéticos aditivos e não-aditivos que podem influenciar as características de crescimento. Foram analisados dois conjuntos: (1) Angus, Nelore e cruzamentos Angus x Nelore (conjunto-AN) e, (2) Hereford, Nelore e cruzamentos Hereford x Nelore (conjunto-HN). As características analisadas foram os pesos ao nascimento, à desmama e ao sobreano, além dos ganhos em peso pré e pós-desmama. As análises foram realizadas pelo método de quadrados mínimos considerando-se três modelos: o modelo 1 incluiu o efeito de grupo genético (GG) e os efeitos fixos: fazenda, manejo aninhado em fazenda, ano e mês de nascimento, sexo do bezerro, e as covariáveis, idade do bezerro e idade da vaca (efeitos linear e quadrático) aninhados em sexo. No modelo 2 substituiu-se o GG pelas covariáveis dos efeitos lineares das heterozigoses individual (Hi) e materna (Hm) e de composição genética do bezerro e da vaca (fração de genes da raça Angus (CA) ou da raça Hereford (CH)). O modelo 3 diferiu do modelo 2 por incluir as covariáveis que estimam os efeitos de recombinação por meio da proposta de Dickerson (1973) ou da hipótese X de Kinghorn (1980). Os efeitos genéticos aditivos, heteróticos e epistáticos são fontes importantes de variação em relação às características de crescimento e os animais cruzados apresentaram, de modo geral, maiores pesos e ganhos em peso à desmama e ao sobreano em relação aos animais das raças puras.

PALAVRAS-CHAVE

Cruzamentos, desmama, epistasia, heterose, sobreano

TITLE

ADDITIVE AND NON-ADDITIVE EFFECTS ON GROWTH TRAITS IN CROSSBRED BEEF CATTLE ¹

ABSTRACT

Data from commercial beef cattle herds were analyzed to estimate additive and non-additive effects that influence growth traits of purebred and crossbred animals. Two data sets were analyzed: (1) Angus, Nelore and Angus x Nelore crossbreds calves (AN - dataset) and, (2) Hereford, Nelore and Hereford x Nelore crossbreds calves (HN - dataset). Birth, weaning and yearling weights, pre and post weaning body weight gains were analyzed. Analysis were performed through the least squares method using three different models: model 1 considered the genetic group (GG) effect and the fixed effects: farm, management group by farm, year, month of birth, sex, and the covariables age of calf and age of dam (linear and quadratic effects) by sex. In model 2 the GG effect was replaced by individual (Hi) and maternal (Hm) heterozygosity linear effects and individual and maternal breed effects (proportion of Angus or Hereford breed). Model 3 added to model 2 the recombination effects estimated by Dickerson (1973) proposal or the hypothesis X from Kinghorn (1980) model. Important additive, heterosis and epistasis genetic effects were detect on growth traits and, in general, there was possible to verify performance advantages for crossbred animals for pre and post weaning growth traits.

KEYWORDS

Crossbreeding, epistasis, heterosis, post weaning, weaning

INTRODUÇÃO

Cada vez mais valorizada entre os produtores, a avaliação genética de bovinos de corte vem sendo utilizada para melhorar os índices de produção da pecuária de corte nacional. Também é inegável que a exploração dos cruzamentos entre raças pode trazer grandes vantagens à bovinocultura por meio da exploração da complementaridade e da heterose entre raças zebuínas e taurinas acelerando todo o processo de produção, com a possibilidade de diminuir o tempo para o abate e os custos por unidade produzida. Os efeitos de heterose e epistasia podem causar impacto nas características reprodutivas e de crescimento e podem comprometer a avaliação de reprodutores.

Combinando-se a utilização de cruzamentos e seleção, tem-se condição de adequar mais rapidamente o genótipo dos animais para que tenham bom desempenho produtivo nos mais diversos ambientes. Talvez esta seja a maior vantagem conquistada, uma vez que se obtém agilidade para adequar o produto tanto às características do sistema de produção como às do mercado consumidor. Para que isso ocorra, é necessário que os pesquisadores da área aperfeiçoem cada vez mais as técnicas de avaliação das populações puras, e também das cruzadas, com o objetivo de aumentar a acurácia das decisões na seleção de reprodutores. O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos aditivos e não-aditivos que influenciam características de crescimento em rebanhos comerciais de bovinos de corte puros e cruzados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dois conjuntos de dados constituídos por animais: (1) Angus, Nelore e Angus x Nelore (conjunto-AN) e, (2) Hereford, Nelore e Hereford x Nelore (conjunto-HN). Os dados são provenientes de rebanhos comerciais predominantemente das regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil, com nascimentos entre os anos de 1989 e 2000.

A variável grupo genético (GG) foi criada por meio das composições raciais do bezerro e da mãe. Foram eliminadas as observações que continham: inconsistências nas identificações das composições raciais; fazendas com um único nível dos efeitos de grupo de manejo ou grupo genético; nascimentos anteriores ao ano de 1989, em razão do confundimento entre os efeitos de ano e grupo genético. As características analisadas foram: os pesos ao nascer (PN), à desmama (PD) e ao sobreano (PS), e os ganhos em peso pré (GND) e pós-desmama (GDS).

Os conjuntos de dados foram analisados separadamente, por meio da metodologia dos quadrados mínimos, utilizando o procedimento GLM do software SAS (Statistical Analysis System, 1998). Foram propostos três modelos de análise: o modelo 1 incluiu o efeito de grupo genético e o seguinte conjunto de efeitos fixos: fazenda, manejo aninhado em fazenda, ano e mês de nascimento, sexo do bezerro, e as covariáveis, idade do bezerro e idade da vaca (efeitos linear e quadrático) aninhados em sexo. O modelo 2 diferiu do modelo 1 apenas pela substituição do efeito de grupo genético pelas covariáveis propostas por Dickerson (1973) para os efeitos lineares das heterozigoses individual (Hi) e materna (Hm) e de composição genética do bezerro e da vaca (fração de genes da raça Angus - CA; e fração de genes da raça Hereford - CH). O modelo 3 diferiu do modelo 2 pela inclusão das covariáveis que estimam os efeitos de recombinação por meio da proposta de Dickerson (1973) ou da hipótese X de Kinghorn (1980).

Hipótese X de Kinghorn (1980): $ex\ "i" = 1 - \sum f_i\ "2"$

em que f_i = proporção de cada raça no indivíduo.

Proposta de Dickerson (1973), segundo Koch (1985): $r\ "i" = 2(ex\ "i") - h\ "i"$

em que $ex\ "i"$ = coeficiente para epistasia de Kinghorn e $h\ "i"$ = heterozigose do indivíduo.

A epistasia materna ($r\ "m"$ ou $ex\ "m"$) foi calculada da mesma forma que a epistasia individual, neste caso, sendo a vaca o indivíduo.

Os efeitos aditivos e não-aditivos foram estimados por meio da metodologia de regressão múltipla. Para os aditivos foi realizada regressão múltipla sobre a proporção de genes de cada raça do bezerro e da vaca. Já, para os efeitos de heterose, a regressão foi realizada por meio da porcentagem de genes em heterozigose no bezerro e na vaca. Assim, a comparação dos modelos pode ser realizada por meio do cálculo da redução na soma de quadrados dos resíduos, metodologia utilizada por Robinson *et al.* (1981), que permite estimar a significância dos efeitos de epistasia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação dos modelos

As análises das características de crescimento pré e pós-desmama revelaram efeitos significativos ($P < 0,01$) para todos os efeitos fixos incluídos em todos os modelos.

As comparações das somas de quadrados dos resíduos para os pesos e ganhos em peso nos três modelos avaliados mostraram resultados semelhantes para estas características nos dois conjuntos de dados, AN e HN, e indicam que as diferenças consideradas entre os modelos quanto à forma de separar os efeitos genéticos aditivos e não-aditivos são significativas ($P < 0,01$) (Tabela 1).

Ao comparar os três modelos utilizados (Tabela 1), observou-se que os coeficientes de determinação foram praticamente idênticos. Além disso, tais comparações indicam que a maior parte da variação é explicada pelos efeitos genéticos aditivos e heteróticos, sendo que as reduções nas somas de quadrados dos resíduos ficaram em torno de 1%. Porém, pode ser observado que os efeitos de epistasia, apesar de terem menor influência sobre as diferenças de peso entre os grupos genéticos, também foram fontes significativas de variação ($P < 0,01$). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Trematore *et al.* (1998).

Comparação dos grupos genéticos (GG)

Para PN houve a tendência de diminuição dos pesos com o aumento da proporção da raça Nelore na composição dos grupos. As diferenças entre as médias dos grupos foram muito influenciadas pela composição racial da vaca, sendo que os maiores valores para PN foram dos bezerros filhos de vacas puras das raças britânicas, seguidos pelos filhos de vacas cruzadas (Tabela 2). Resultado semelhante foi observado por Alencar *et al.* (1998), em que bezerros 1/4Charolês + 3/4Nelore, produzidos por vacas F1, foram mais pesados ao nascimento que aqueles produzidos por vacas Nelore.

O efeito materno é mais importante no período pré-desmama. Dentre os fatores proporcionados pela vaca que influem no desempenho de sua progênie, a produção de leite é um dos mais importantes. Este efeito pode ter sido o responsável pela resposta obtida na comparação dos PD de animais F1 no conjunto Hereford x Nelore. Os bezerros F1 de vacas Hereford tiveram desempenho inferior (-13,46 kg) aos bezerros F1 filhos de vaca Nelore, mostrando que pode estar havendo limitação ambiental para as vacas puras Hereford. Além disso, pode-se observar, na Tabela 2, que no conjunto HN que os valores de PD foram maiores com o aumento da proporção da raça zebuína na constituição do grupo genético.

Em relação aos valores de PS, não foi possível verificar tendência favorável em direção à maior proporção de uma das raças, porém, a exemplo dos demais pesos, nota-se que os maiores valores correspondem aos animais com maiores heterozigoses individual e/ou materna, indicando que a utilização de animais cruzados proporciona maiores valores para os pesos à desmama e ao sobreano. Na Tabela 2 são apresentados alguns contrastes de interesse entre as médias estimadas dos principais grupos genéticos. É interessante observar na Tabela 2 que, dentro de um sistema de cruzamento, após a obtenção das fêmeas F1, a utilização de touros das raças puras, produzindo os bezerros 3/4 Nelore ou 1/4 Nelore (contrastes C₁A e C₁H), em média, proporcionou diferenças muito pequenas de desempenho, sendo que a maior diferença ocorreu em favor dos animais 3/4 Hereford no GND. Provavelmente, estes animais consigam aproveitar melhor o benefício da maior habilidade materna das vacas F1. Neste mesmo sentido, os contrastes que envolvem os animais Braford e Brangus (animais 5/8 europeu, filhos de vacas 5/8 europeu), contrastes C₄A, C₅A, C₄H e C₅H, indicam que os mesmos têm desempenho superior aos puros da raça Nelore nos períodos pré e pós-desmama, porém, quando a comparação é realizada em relação aos animais F2, contrastes (C₅A e C₅H), a vantagem do cruzado 5/8 desaparece. Este resultado, provavelmente, também está relacionado à maior produção de leite e adaptabilidade das vacas F1.

CONCLUSÕES

Efeitos aditivos e de dominância foram as fontes de variação mais importantes e proporcionaram aos animais cruzados melhor desempenho em relação às raças puras, indicando vantagens na utilização de cruzamentos para características de crescimento.

Vacas F1 promoveram maiores pesos e ganhos em peso em bezerros de diferentes composições

raciais sendo opção interessante para elevar os índices produtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALENCAR, M. M., TREMATORE, R. L., OLIVEIRA, J. A. L. et al. Características de crescimento até a desmama de bovinos da raça Nelore e cruzados Charolês x Nelore. R. Bras. Zootec., v.27, n.1, p. 40-46, 1998.
2. DICKERSON, G.E. Inbreeding and heterosis in animals. In: Proceedings of the Animal Breeding and Genetics Symposium in Honour of Dr. J. L. Lush. Amer. Soc. Anim. Sci. Champaign, IL, 54-77. 1973.
3. KINGHORN, B.P. The expression of 'Recombination Loss" in quantitative traits. Z. Tierzuchtg.Zuchtgsbiol. v.97 p.138-143, 1980.
4. KOCH, R. M., DICKERSON, G. E., CUNDIFF, L. V. et al. Heterosis retained in advanced generations of crosses among Angus and Hereford cattle. J. Anim. Sci., v.60, p.1117-1132, 1985.
5. ROBINSON, O. W., McDANIEL, B. T., RINCON, E. J. Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects from crossbreeding experiments in animals. J. Anim. Sci., v. 52, p.44-50, 1981.
6. TREMATORE, R. L., ALENCAR, M. M., BARBOSA, P. F. et al. Estimativas de efeitos aditivos e heteróticos para características de crescimento pré-desmama em bovinos Charolês-Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia, v.27, n.1, p.87-94, 1998.

41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia
19 de Julho a 22 de Julho de 2004 - Campo Grande, MS

Tabela 1 – Comparação dos modelos em função de: graus de liberdade do resíduo (GLR), soma de quadrados do resíduo (SQR), tipo III, e coeficiente de determinação (R^2), dentro de cada conjunto de dados, para os pesos ao nascer (PN), à desmama (PD) e ao sobreano (PS) e ganhos em peso pré (GND) e pós-desmama (GDS).

Angus x Nelore				Hereford x Nelore			
Modelo	GLR	SQR	R^2	Modelo	GLR	SQR	R^2
PN							
1	4462	63074	0,373	1	106942	713646	0,288
2	4466	63168	0,373	2	106961	719069	0,282
3	4464	63140	0,373	3	106959	715904	0,285
Redução 2-1	4	93 **		Redução 2-1	19	5423 **	
Redução 3-1	2	66 **		Redução 3-1	17	2257 **	
Redução 2-3	2	27 **		Redução 2-3	2	3165 **	
PD							
1	26585	13116878	0,540	1	108439	56166528	0,547
2	26593	13180142	0,538	2	108460	56416444	0,545
3	26591	13157989	0,539	3	108458	56365646	0,545
Redução 2-1	8	63263 **		Redução 2-1	21	249916 **	
Redução 3-1	6	41110 **		Redução 3-1	19	199118 **	
Redução 2-3	2	22152 **		Redução 2-3	2	50798 **	
PS							
1	17877	16245041	0,651	1	44159	40826358	0,676
2	17884	16297194	0,650	2	44175	41178168	0,673
3	17882	16258168	0,650	3	44173	40969426	0,675
Redução 2-1	7	52153 **		Redução 2-1	16	351809 **	
Redução 3-1	19	13127 **		Redução 3-1	14	143067 **	
Redução 2-3	2	39026 **		Redução 2-3	2	208741 **	
GND							
1	4450	1637025	0,580	1	106129	61839581	0,467
2	4454	1642377	0,579	2	106148	62298455	0,463
3	4452	1640112	0,580	3	106146	62246292	0,464
Redução 2-1	4	5352 **		Redução 2-1	19	458874 **	
Redução 3-1	2	3087 **		Redução 3-1	17	406711 **	
Redução 2-3	2	2265 **		Redução 2-3	2	52162 **	
GDS							
1	17815	10479616	0,574	1	44057	30476666	0,588
2	17822	10550081	0,572	2	44073	30693866	0,585
3	17820	10498742	0,574	3	44071	30588018	0,586
Redução 2-1	7	70464 **		Redução 2-1	16	217199 **	
Redução 3-1	5	19123 **		Redução 3-1	14	111352 **	
Redução 2-3	2	51340 **		Redução 2-3	2	105847 **	

** (P<0,01)

41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia
19 de Julho a 22 de Julho de 2004 - Campo Grande, MS

Tabela 2 – Tabela parcial das médias, erros-padrão (kg) e contrastes entre médias dos diferentes grupos genéticos para os pesos ao nascer (PN), à desmama (PD) e ao sobreano (PS) e ganhos em peso do nascimento à desmama (GND) e da desmama ao sobreano (GDS) de acordo com o arquivo de dados.

Angus x Nelore							
GG	Bezerro	Vaca	Média (EP)				
			PN	PD	PS	GND	GDS
1	Angus	Angus	33,46 ± 0,70	166,57 ± 1,49	290,35 ± 3,29	111,81 ± 3,56	121,34 ± 2,65
4	5A3N	5A3N	32,73 ± 0,67	173,37 ± 1,16	296,06 ± 2,78	124,90 ± 3,44	116,70 ± 2,24
8	1A1N	Nelore	32,46 ± 0,63	178,39 ± 1,04	327,19 ± 2,73	145,09 ± 3,24	133,30 ± 2,20
14	Nelore	Nelore	30,76 ± 0,64	156,94 ± 1,18	289,22 ± 3,02	127,37 ± 3,25	118,10 ± 2,43
Contrastes entre as Médias							
Contrastes	Vaca	Bezerro	PN	PD	PS	GND	GDS
C ₁ A	1A1N	1A3N vs 3A1N	-	-2,58	-	-	-
C ₂ A	Nelore	Nelore vs F1	-1,70	-21,45**	-37,97**	-17,72**	-15,20**
C ₃ A		Angus vs Nelore	2,70**	9,63**	1,13	-15,56**	3,24**
C ₄ A		Brangus 5/8 vs Nelore	1,97	16,43**	6,84**	-2,47*	-1,40
C ₅ A		Brangus 5/8 vs F2	-	-6,38*	-	-	-
Hereford x Nelore							
GG	Bezerro	Vaca	Média (EP)				
			PN	PD	PS	GND	GDS
1	Hereford	Hereford	33,35 ± 0,08	150,84 ± 0,75	266,92 ± 2,13	121,42 ± 0,79	111,70 ± 1,85
9	5H3N	5H3N	31,85 ± 0,09	164,36 ± 0,77	270,99 ± 2,16	136,34 ± 0,83	107,81 ± 1,87
17	1H1N	Nelore	31,60 ± 0,09	180,11 ± 0,80	292,61 ± 2,30	149,68 ± 0,83	119,78 ± 1,99
27	Nelore	Nelore	32,74 ± 0,32	143,95 ± 2,84	-	118,41 ± 2,96	-
Contrastes entre as Médias							
Contrastes	Vaca	Bezerro	PN	PD	PS	GND	GDS
C ₁ H	1H1N	1H3N vs 3H1N	-0,18	-1,43	-2,07	-7,75**	2,12
C ₂ H	Nelore	Nelore vs F1	1,14**	-36,16**	-	-31,27**	-
C ₃ H		Hereford vs Nelore	0,61*	6,89*	-	3,01**	-
C ₄ H		Braford 5/8 vs Nelore	-0,89**	20,41**	-	17,93**	-
C ₅ H		Braford 5/8 vs F2	0,19*	-14,54**	-4,70**	-6,37**	-0,45