

Efeito heterótico sobre o desempenho e medidas corporais de novilhos confinados

Heterotic effect on performance and body measures of feedlot steers

Diego Soares Machado^{1*}, Ivan Luiz Brondani², Dari Celestino Alves Filho², Jonatas Cattelam¹, Arlei Rodrigues Bonet de Quadros², Viviane Santos da Silva¹, Gilmar dos Santos Cardoso², Daniele Borchate²

Recebido em 23/04/2013; aprovado em 04/07/2014.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito heterótico sobre o desempenho e medidas corporais de novilhos do cruzamento entre as raças Charolês (Ch) e Nelore (Ne) e cruzados entre essas raças de quinta (21/32Ch 11/32Ne; 21/32Ne 11/32Ch) e sexta (43/64Ch 21/64Ne; 43/64Ne 21/64Ch) gerações, terminados em confinamento. Para o peso inicial, o efeito heterótico foi de 45,9 e 39,1 kg na quinta e sexta gerações, respectivamente, e de 41,6 e 38,1 kg para o peso final, na quinta e sexta gerações, citados na mesma ordem. Para o ganho médio diário, o efeito heterótico foi significativo na quinta geração do cruzamento (0,18 kg). Houve efeito heterótico para a altura de cernelha inicial na quinta geração (6,14 cm), e na quinta e sexta gerações na medida final de altura de cernelha, com valores de 5,57 e 4,75 cm, respectivamente. Com relação à altura de garupa, o efeito heterótico foi significativo na quinta e sexta gerações para as medidas iniciais, 7,36 e 7,12 cm e final, 5,19 e 4,33 cm, respectivamente, citados na mesma ordem, e para ganho em altura de garupa na sexta geração (-2,79 cm). Para comprimento inicial, o efeito heterótico foi, respectivamente, de 7,60 e 5,72 cm na quinta e sexta gerações, e negativo na quinta (-5,29 cm) e na sexta (-3,75 cm) gerações para o ganho em comprimento. Para as mensurações do perímetro torácico, na medida inicial houve efeito heterótico em ambas as gerações avaliadas, sendo de 10,2 cm na quinta geração e 8,05 cm na sexta geração, ao passo que para a medida

final o efeito heterótico foi significativo apenas na quinta geração (6,00 cm). A medida inicial melhor correlacionada ao ganho médio diário de peso foi o comprimento, com $r=0,47$ e $p=0,0007$, e com o peso final o perímetro torácico ($r=0,89$; $p<0,0001$).

PALAVRAS-CHAVE: Altura de cernelha, altura de garupa, perímetro torácico, peso final.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the heterotic effect on performance and body measurements of Charolais (Ch) and Nelore (Ne) steers and crossbreeds from the fifth (21/32Ch 11/32Ne; 21/32Ne 11/32Ch) and sixth (43/64Ch 21/64Ne; 43/64Ne 21/64Ch) generation, feedlot finished. For initial weight, the heterotic effect was 45.9 and 39.1 kg in the fifth and sixth generation, and 41.6 and 38.1 kg for the final weight, respectively, in the same order. For the average daily gain, the heterotic effect was significant in the fifth generation (0.18 kg). Heterotic effect was observed in the initial rump height in the fifth generation (6.14 cm), and in the fifth and sixth generation on final rump height, with values of 5.57 and 4.75 cm, respectively, taking into account the heterotic effect. In relation to withers height, the heterotic effect was significant on fifth and sixth generations for the initial measurement, 7.36 and 7.12 cm, respectively, and finally, 5.19 and 4.33 cm, in the same order, and on withers

¹ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Av. Roraima, nº 1000, Bairro: Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Email: dsoaresmachado@ymail.com. *Autor para correspondência.

² Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

growth on sixth generation (-2,79 cm). For the initial length, the heterotic effect was 7.60 and 5.72 in the fifth and sixth generations, and negative in fifth (-5.29 cm) and sixth (-3.75 cm) generations for the length of growth. For thoracic perimeter, on initial measurement heterotic effect was observed on both generations, being 10.2 cm on the fifth and 8.05 on the sixth generation, however for the final measurement the heterotic effect was significant only on the fifth generation (6.00 cm). The initial measurement with the highest correlation with the average daily gain was the length ($r=0.47$; $p=0.0007$), and with the final weight was the thoracic perimeter ($r=0.89$; $p<0,0001$).

KEYWORDS: Final weight, rump height, thoracic perimeter, withers weight.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande extensão territorial, permitindo a criação de diversas raças bovinas e o uso do cruzamento para explorar a complementaridade entre as mesmas, visando a produção de animais que atendam as necessidades dos mercados consumidores de carne. De acordo com Crockett et al. (1978) no cruzamento entre *Bos taurus* x *Bos indicus* a heterose para características produtivas é normalmente bem evidente. De acordo com Perotto et al. (2000), o aumento do peso e a melhora da qualidade das carcaças estão entre os benefícios que os cruzamentos entre raças bovinas proporcionam.

As avaliações de desempenho em bovinos de corte são peso, ganho médio diário de peso e escore corporal, não sendo dada relevância a medidas corporais. Rocha et al. (2003) descreveram a importância do estudo do tamanho corporal adequado, em função dos requisitos de produção e manutenção, que influenciaram o grau de maturidade fisiológica e o retorno econômico.

Segundo Long (1973), a avaliação do tamanho do esqueleto tem grande importância como fator de predição da futura produção, onde medidas feitas aos 12 meses de idade têm

estreita relação com o tamanho do animal adulto. Restle et al. (2006), trabalhando com bovinos superjovens, concluíram que animais altos não são desejáveis para terminação em confinamento, sendo preferíveis novilhos compridos e com maior perímetro torácico.

O genótipo deve ser considerado ao se realizar avaliações morfométricas. Menezes et al. (2008) observaram que bovinos cruzados apresentam maiores alturas, comprimento e perímetro torácico comparados a animais de raça pura. Chase Jr. et al. (1997) obtiveram maiores alturas de garupa em bovinos Brahman e cruzados Brahman x Nelore em relação a raças britânicas. Desse modo, com o presente estudo objetivou-se avaliar o efeito heterótico sobre o desempenho e medidas corporais de novilhos de diferentes gerações do cruzamento alternado contínuo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Bovinocultura de Corte, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria, na região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 48 novilhos, com idade e peso médio iniciais de 20 meses e 243,4 kg, respectivamente. Os animais eram definidos das raças Charolês (Ch) e Nelore (Ne), e cruzados entre essas raças de quinta (21/32Ch 11/32Ne; 21/32Ne 11/32Ch) e sexta (43/64Ch 21/64Ne; 43/64Ne 21/64Ch) gerações.

Os animais foram confinados em baias coletivas, sendo essas parcialmente cobertas, com piso de alvenaria e comedouro e bebedouro regulado por torneira-boia. Os novilhos permaneceram confinados até atingir condição adequada para o abate (33 mm de espessura de gordura de cobertura). A dieta com 11,5% de proteína bruta e 62% de nutrientes digestíveis totais, continha relação volumoso: concentrado de 39:61 (base na matéria seca), sendo o volumoso

utilizado a silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench).

Os animais foram alimentados à vontade duas vezes ao dia. A quantidade de alimento oferecido por dia foi regulada pelo consumo voluntário, procurando-se manter sobras equivalentes a 5 – 8% da quantidade ofertada. Para tanto, as sobras eram retiradas diariamente antes da alimentação, a fim de medir o consumo do dia anterior e ajustar a oferta do dia subsequente. As pesagens dos novilhos e a tomada das medidas corporais foram realizadas ao início e final do período experimental, após os animais serem submetidos a jejum prévio de sólidos e líquidos por 14 horas. As medições eram realizadas com o auxílio de tronco de contenção e instrumentos métricos apropriados, sendo elas: altura de cernelha, correspondendo à distância da cernelha até a superfície do solo; altura de garupa, correspondendo à distância do sacro até a superfície do solo; perímetro torácico, obtido pelo contorno do tórax passando pelo cilhadouro; e comprimento, obtido lateralmente, correspondendo à distância entre a ponta inferior da espádua e a ponta do ísquio. O ganho nas medidas foi obtido pela diferença entre as mensurações inicial e final em cada medida. No momento das pesagens os animais foram avaliados quanto à condição corporal (LOWAN et al., 1973).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo cada novilho uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM, sendo o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + GER_i + GG_j (GER)_i + \varepsilon_{ij}$$

em que: Y_{ij} representa as variáveis dependentes; μ a média geral das observações; GER é a geração do cruzamento entre as raças Charolês (Ch) e Nelore (Ne), sendo 1 (definidos); 5 (cruzados de quinta geração) e 6 (cruzados da sexta geração); GG representa o grupo genético do novilho, sendo 1 (Charolês) e 2 (Nelore) dentro da GER 1; 1 (21/32Ch 11/32Ne) e 2 (21/32Ne 11/32Ch) dentro

da GER 5; 1 (43/64Ch 21/64Ne) e 2 (43/64Ne 21/64Ch) dentro da GER 6; ε_{ij} o erro residual aleatório. O efeito heterótico foi estimado através da análise de contrastes, sendo o efeito heterótico da G5 o contraste entre os cruzados da G5 em relação aos definidos; e efeito heterótico da G6 o contraste entre os mestiços da G6 em relação aos definidos. As diferenças entre novilhos cruzados e definidos foram realizadas através do contraste entre os cruzados de ambas as gerações em relação ao Charolês ou em relação ao Nelore.

As médias foram classificadas pelo teste “F” e os parâmetros com efeitos significativos comparados pelo “teste t”, com $\alpha = 0,05$. As variáveis foram testadas quanto à normalidade pelo teste Shapiro-Wilk, sendo realizadas as transformações quando necessário. As variáveis dependentes foram submetidas à análise de correlação de *Pearson* pelo procedimento PROC CORR. As análises foram realizadas através do pacote estatístico SAS, versão 9.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito heterótico foi significativo para o peso inicial dos novilhos, com valores de 45,9 e 39,1 kg na quinta e sexta gerações, respectivamente, assim como para o peso final dos novilhos, com efeito heterótico de 41,6 e 38,1 kg, na quinta e sexta gerações, citados na mesma ordem. O efeito heterótico acompanhou os graus de oscilação da heterozigose, sendo que para os pesos inicial e final o efeito heterótico decresceu 14,8% e 8,4%, respectivamente, enquanto a heterozigose decresceu 4,55%.

Também com animais definidos e mestiços do cruzamento entre as raças Charolês e Nelore, com idade de 20 e 24 meses nos pesos inicial e final, respectivamente, Menezes e Restle (2005) observaram heterose de 19,67; 27,93 e 24,05% para o peso inicial, e de 13,34; 18,24 e 16,61% para o peso final, em animais cruzados de segunda, terceira e quarta geração, respectivamente. Nas diferenças entre novilhos cruzados e definidos, os novilhos mestiços foram superiores 39,6 e 45,5 kg aos Charolês e Nelore, respectivamente, nos

peso inicial, e 65,0 kg superiores ao Nelore para peso final. DeRouen et al. (1992) demonstraram que a raça Charolês tem marcante efeito aditivo para peso de abate, informação essa corroborada por Perotto et al. (2000) os quais sugeriram que o aumento de peso é reflexo da introdução de raças taurinas no cruzamento com raças zebuínas.

Para o ganho médio diário, o efeito heterótico foi significativo na quinta geração do cruzamento (0,18 kg). Pereira et al. (2000) verificaram heterose positiva para ganho médio diário dos 20 aos 24 meses de idade na primeira geração (20,39%), trabalhando com bovinos confinados do mesmo cruzamento do presente estudo. De acordo com Barbosa e Alencar (1995), a caracterização biológica das raças e dos cruzamentos, assim como a avaliação econômica dos sistemas de cruzamento devem ser pesquisados em diferentes sistemas de produção para que as diferenças raciais, a heterose e a complementariedade possam ser exploradas de maneira adequada e efetiva.

Restle et al. (2000) verificaram heterose positiva de 9,28% no ganho de peso para bovinos da primeira geração do cruzamento entre as raças Charolês e Nelore confinados em fase de crescimento. De outro modo, Menezes e Restle (2005) não verificaram heterose no ganho médio diário entre as gerações do cruzamento. De acordo com Restle et al. (2001), a heterose para características de alta herdabilidade, como é o ganho médio diário de peso, é baixa. Santos et al. (2005) trabalhando com bezerros Pantaneiro, Nelore e cruzados, criados no Pantanal não observaram diferença significativa no ganho médio diário entre os grupamentos genéticos. Ao avaliar a diferença entre mestiços e definidos para o ganho médio diário, verifica-se que os cruzados foram 0,24 kg superiores aos definidos da raça Nelore, o que demonstra o ímpeto da raça Charolês para elevadas taxas de ganho de peso.

Na Tabela 1, observa-se que para o escore corporal, avaliação subjetiva da deposição de gordura subcutânea, o efeito heterótico foi significativo apenas para o escore inicial nos novilhos da quinta geração do cruzamento (0,07

pontos). Dentro de cada geração do cruzamento entre os novilhos definidos, os animais da raça Charolês apresentaram melhor escore corporal inicial que os da raça Nelore, 2,68 e 2,55 pontos, respectivamente, assim como entre os novilhos de quinta geração, os animais de predominância taurina obtiveram melhor escore corporal final em relação aos animais de predomínio zebuínico. Melhor escore corporal para novilhos da raça Charolês em relação a animais da raça Nelore é relatado por Menezes e Restle (2005), os quais observaram heteroses significativas em todas as gerações avaliadas para os escores corporais inicial e final.

O efeito heterótico foi significativo para a altura de cernelha inicial na quinta geração (6,14 cm), e na quinta e sexta gerações na medida final de altura de cernelha, com valores de 5,57 e 4,75 cm, respectivamente (Tabela 2). Com novilhos definidos e cruzados de segunda, terceira e quarta geração das raças Charolês e Nelore de dois anos de idade, Menezes et al. (2008) observaram maiores alturas ao início e ao final do confinamento dos mestiços em relação aos definidos, com heterose significativa em todas as gerações do cruzamento. Costa et al. (2007), ao trabalhar com animais mestiços de primeira geração Nelore x Sindi e definidos da raça Nelore, observaram superioridade dos cruzados para a altura de cernelha, atribuindo o resultado a heterose proporcionada pelo cruzamento.

Observa-se na Tabela 2 que, entre os animais definidos, os bovinos da raça Nelore foram 10,9 e 8,3% superiores nas alturas inicial e final de cernelha, respectivamente, em comparação aos novilhos Charolês, ao passo que os bovinos com predomínio zebuínico foram 3,6% superiores aos animais com predominância taurina na quinta geração do cruzamento. Maior altura na cernelha de animais da raça Nelore em comparação a bovinos Charolês é reportado por Menezes et al. (2008), os quais observaram altura de 115,7 e 125,0 cm para animais taurinos e zebuínos, respectivamente.

Com relação à altura de garupa, o efeito heterótico foi significativo na quinta e sexta

Tabela 1 - Efeito heterótico e diferenças entre novilhos cruzados e definidos para pesos e escores corporais iniciais e finais, assim como ganhos médios diários de peso e em escore corporal de novilhos de diferentes genótipos e gerações de cruzamento entre as raças Charolês e Nelore.

Grupo Genético	Pesos, kg		Ganho médio diário de peso, kg	Escore Corporal, pontos		Ganho em escore corporal, pontos
	Inicial	Final		Inicial	Final	
Charolês	214,9 ± 11,9	379,0 ± 13,2	1,35 ± 0,07	2,68 ± 0,02a	3,27 ± 0,05	0,59 ± 0,04
Nelore	209,0 ± 17,9	328,7 ± 19,8	1,18 ± 0,11	2,55 ± 0,03b	3,13 ± 0,07	0,58 ± 0,07
Média Definidos	221,9 ± 10,8	353,9 ± 11,9	1,27 ± 0,06	2,62 ± 0,02	3,20 ± 0,04	0,58 ± 0,04
21/32Ch 11/32Ne	259,9 ± 10,8	406,8 ± 11,9	1,47 ± 0,06	2,72 ± 0,02	3,36 ± 0,04a	0,64 ± 0,04
21/32Ne 11/32Ch	256,0 ± 10,3	384,2 ± 11,4	1,43 ± 0,06	2,65 ± 0,02	3,19 ± 0,04b	0,53 ± 0,04
Média G5	257,9 ± 7,5	395,5 ± 8,2	1,45 ± 0,04	2,69 ± 0,01	3,28 ± 0,03	0,59 ± 0,03
Efeito heterótico G5	45,9 ± 13,1*	41,6 ± 14,5*	0,18 ± 0,08*	0,07 ± 0,02*	0,07 ± 0,05	0,01 ± 0,05
43/64Ch 21/64Ne	235,4 ± 13,6	393,1 ± 14,9	1,51 ± 0,08	2,65 ± 0,03	3,31 ± 0,06	0,65 ± 0,05
43/64Ne 21/64Ch	266,8 ± 16,0	391,0 ± 17,7	1,28 ± 0,09	2,70 ± 0,03	3,35 ± 0,07	0,65 ± 0,06
Média G6	251,1 ± 10,5	392,0 ± 11,6	1,40 ± 0,06	2,68 ± 0,02	3,33 ± 0,04	0,65 ± 0,04
Efeito Heterótico G6	39,1 ± 15,0*	38,1 ± 16,6*	0,12 ± 0,09	0,06 ± 0,03	0,12 ± 0,06	0,05 ± 0,05
Diferenças						
Cruzados e Ch	39,6 ± 27,2*	14,7 ± 15,0	0,07 ± 0,08	-0,01 ± 0,05	0,03 ± 0,05	0,03 ± 0,05
Cruzados e Ne	45,5 ± 19,1*	65,0 ± 21,0*	0,24 ± 0,12*	0,13 ± 0,04*	0,17 ± 0,08*	0,03 ± 0,07

^{ab}Médias seguidas por letras diferentes na mesma geração diferem com $p < 0,05$ pelo teste "t" de Student. * $p < 0,05$.

gerações para as medidas inicial, 7,36 e 7,12 cm, respectivamente, e final, 5,19 e 4,33 cm, citados na mesma ordem. Para essas mesmas medidas, os animais de raça Nelore e os de predominância racial Nelore de quinta geração, foram superiores nas suas gerações em relação aos bovinos taurinos. Chase Jr. et al. (1997) encontraram maiores alturas de garupa em bovinos Brahman e cruzados Brahman x Nelore em comparação a animais de raças britânicas.

Para os ganhos em altura, houve efeito heterótico apenas para altura de garupa na sexta geração, com valor de -2,79 cm. Heterose negativa para o ganho em altura de garupa é relatada por Menezes et al. (2008), os quais observaram -35,93% na terceira geração do cruzamento entre as raças Charolês e Nelore. Ao avaliarem as medidas morfométricas de novilhos da raça Nelore e cruzados F1 Nelore x Limousin, Mourão et al. (2010) verificaram semelhança na altura de garupa, com valores de

141,86 e 138,88 cm, para os zebuínos e mestiços, respectivamente. Montanhonet al. (2008) não observaram diferença no ganho em altura de garupa de novilhas Hereford, submetidas a três taxas de ganho médio diário, mantidas em pastagem nativa.

Na Tabela 2, verifica-se que nas diferenças entre mestiços e definidos, os novilhos cruzados foram positivamente superiores ao Charolês para todas as medidas inicial e final das alturas, o que demonstra o efeito genético aditivo da raça Nelore para altura dos animais, que fica também característico ao se observar as maiores alturas de cernelha e garupa. Esse desenvolvimento em altura de animais zebuínos fica evidenciado ao se observar as maiores alturas iniciais e finais de cernelha e garupa entre os animais de raça definida em favor dos novilhos Nelore, assim como maior crescimento longitudinal dos animais de predominância Nelore na medida final de altura de cernelha, e em ambas as medidas de

Tabela 2 - Efeito heterótico e diferenças entre novilhos cruzados e definidos para alturas de cernelha e garupa, bem como ganhos nessas medidas em novilhos de diferentes genótipos e gerações de cruzamento entre as raças Charolês e Nelore.

Grupo Genético	Altura de cernelha, cm			Altura de garupa, cm		
	Inicial	Final	Ganho	Inicial	Final	Ganho
Charolês	108,2 ± 1,94b	120,7 ± 1,38a	12,5 ± 1,07	116,1 ± 2,00b	127,4 ± 1,05a	11,3 ± 2,3
Nelore	120,0 ± 2,92a	130,7 ± 2,08b	10,7 ± 1,60	127,7 ± 3,00a	140,0 ± 1,57b	12,2 ± 4,3
Média Definidos	114,1 ± 1,7	125,7 ± 1,2	11,6 ± 0,9	121,9 ± 1,8	133,7 ± 1,3	11,8 ± 0,9
21/32Ch 11/32Ne	118,2 ± 1,76	129,0 ± 1,25b	10,8 ± 0,96	126,2 ± 1,81b	136,1 ± 0,95b	9,90 ± 3,2
21/32Ne 11/32Ch	122,3 ± 1,68	133,6 ± 1,20a	11,3 ± 0,92	132,4 ± 1,73a	141,7 ± 0,91a	9,33 ± 2,9
Média G5	120,2 ± 1,2	131,3 ± 0,8	11,1 ± 0,6	129,3 ± 1,2	138,9 ± 0,9	9,6 ± 0,6
Efeito heterótico G5	6,14 ± 2,14*	5,57 ± 1,52*	-0,57 ± 1,17	7,36 ± 2,19*	5,19 ± 1,53*	-2,17 ± 1,15
43/64Ch 21/64Ne	115,8 ± 2,21	128,4 ± 1,57	12,5 ± 1,21	125,7 ± 2,27	135,7 ± 1,19	10,0 ± 3,3
43/64Ch 21/64Ne	121,0 ± 2,61	132,6 ± 1,86	11,6 ± 1,43	132,4 ± 2,68	140,4 ± 1,41	8,00 ± 3,7
Média G6	118,4 ± 1,7	130,5 ± 1,2	12,1 ± 0,9	129,1 ± 1,7	138,0 ± 1,2	9,0 ± 0,9
Efeito Heterótico G6	4,31 ± 2,45	4,75 ± 1,74*	0,43 ± 1,34	7,12 ± 2,52*	4,33 ± 1,76*	-2,79 ± 1,32*
Diferenças						
Cruzados e Ch	11,1 ± 2,21*	10,1 ± 1,57*	-0,97 ± 1,21	13,1 ± 2,27*	11,0 ± 1,59*	-2,02 ± 1,19
Cruzados e Ne	-0,66 ± 3,10	0,17 ± 2,21	0,83 ± 1,70	1,42 ± 3,19	-1,51 ± 2,23	-2,94 ± 1,67

^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes na mesma geração diferem com $p < 0,05$ pelo teste "t" de Student. * $p < 0,05$.

altura de garupa na quinta geração do cruzamento. De acordo com Pacheco et al. (2005), os animais zebuínos apresentam maiores comprimentos de membros em função da adaptabilidade da raça a climas mais quentes. Essa informação é corroborada por Bianchini et al. (2006), os quais citam que a raça Nelore possui características de adaptação ao clima tropical, com maior capacidade de suporte a climas quentes.

Para a medida inicial de comprimento corporal (Tabela 3), o efeito heterótico foi de 7,60 e 5,72 cm na quinta e sexta gerações, respectivamente, demonstrando o ímpeto precoce dos animais cruzados para crescimento longilíneo, o que é evidente ao se observar as diferenças entre os cruzados e os definidos, sendo os mestiços 4,67 cm superiores ao Charolês e 8,64 cm mais longos que os novilhos Nelore. Esse resultado fica caracterizado também pela similaridade no comprimento final dos novilhos e pelo efeito heterótico significativo e negativo na quinta (-5,29 cm) e na sexta (-3,75 cm) gerações

para o ganho em comprimento. Resultado similar foi relatado por Menezes et al. (2008), os quais verificaram heterose significativa e positiva para comprimento inicial na segunda (7,23%), terceira (8,98%) e quarta (8,99%) gerações do cruzamento entre as mesmas raças do presente estudo. Esses autores observaram que a heterose para crescimento em comprimento foi significativa na segunda e terceira gerações, com valores de -39,74 e -31,67%, respectivamente. Northcutt et al. (1992) observaram que mensurações como altura e comprimento são mais precisas na determinação do tamanho à maturidade que o peso, pois esse e a gordura subcutânea sofrem flutuações conforme o estado nutricional dos animais, enquanto as medidas corporais lineares são mais constantes.

Quanto às mensurações do perímetro torácico, na medida inicial houve efeito heterótico em ambas as gerações avaliadas, sendo de 10,2 cm na quinta geração e 8,05 cm na sexta geração, ao passo que para a medida final o efeito heterótico

Tabela 3 - Efeito heterótico e diferenças entre novilhos cruzados e definidos para comprimento e perímetro torácico iniciais e finais, assim como o ganho nessas medidas em novilhos de diferentes genótipos e gerações de cruzamento entre as raças Charolês e Nelore.

Grupo Genético	Comprimento, cm			Perímetro torácico, cm		
	Inicial	Final	Ganho	Inicial	Final	Ganho
Charolês	116,2 ± 1,98	136,4 ± 1,71	20,2 ± 1,29	134,4 ± 2,67	171,0 ± 2,35	36,5 ± 1,85a
Nelore	112,2 ± 2,97	133,2 ± 2,57	21,0 ± 1,94	140,2 ± 4,01	166,7 ± 3,52	26,5 ± 2,78b
Média Definidos	114,2 ± 1,8	134,8 ± 1,5	20,6 ± 1,1	137,3 ± 2,4	168,8 ± 2,1	31,5 ± 1,7
21/32Ch 11/32Ne	112,1 ± 1,79	137,8 ± 1,55	15,7 ± 1,17	149,3 ± 2,42	178,0 ± 2,12	28,6 ± 1,67
21/32Ne 11/32Ch	121,6 ± 1,71	136,5 ± 1,48	14,9 ± 1,12	145,8 ± 2,31	171,7 ± 2,03	25,9 ± 1,60
Média G5	121,8 ± 1,2	137,1 ± 1,1	15,3 ± 0,8	147,6 ± 1,7	174,9 ± 1,5	27,2 ± 1,1
Efeito heterótico G5	7,60 ± 2,17*	2,31 ± 1,88	-5,29 ± 1,42*	10,2 ± 2,93*	6,00 ± 2,58*	-4,25 ± 2,03*
43/64Ch 21/64Ne	116,7 ± 2,25	137,4 ± 1,94	20,7 ± 1,47a	142,0 ± 3,03	175,0 ± 2,66	33,0 ± 2,10a
43/64Ne 21/64Ch	123,2 ± 2,66	136,2 ± 2,29	13,0 ± 1,73b	148,8 ± 3,59	174,4 ± 3,15	25,6 ± 2,48b
Média G6	119,9 ± 1,7	136,8 ± 1,5	16,8 ± 1,1	145,4 ± 2,3	174,7 ± 2,1	29,3 ± 1,6
Efeito Heterótico G6	5,72 ± 2,49*	1,96 ± 2,15	-3,75 ± 1,63*	8,05 ± 3,36*	5,82 ± 2,96	-2,22 ± 2,33
Diferenças						
Cruzados e Ch	4,67 ± 2,25*	0,54 ± 1,94	-4,13 ± 1,47*	12,1 ± 3,04*	3,78 ± 2,67	-8,26 ± 2,10*
Cruzados e Ne	8,64 ± 3,16*	3,73 ± 2,73	-4,91 ± 2,06*	6,25 ± 4,26	8,03 ± 3,75*	1,79 ± 2,95

^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes na mesma geração diferem com $p < 0,05$ pelo teste “t” de Student. * $p < 0,05$.

foi significativo apenas na quinta geração (6,00 cm). Bianchini et al. (2006) constataram que a raça afetou o comprimento corporal e o perímetro torácico dos bovinos. Dentro das gerações do cruzamento, observa-se que na sexta geração os novilhos 43/64Ch 21/64Ne foram superiores aos 43/64Ne 21/32Ch nos ganhos em comprimento (20,7 e 13,0 cm), enquanto para o ganho em perímetro torácico, houve superioridade dos novilhos de genótipo taurino frente aos zebuínos entre os definidos (35,6 e 26,5 cm) e na sexta geração (33,0 e 25,6 cm), sendo esse maior ganho em perímetro torácico reflexo do maior arqueamento de costelas nos bovinos Charolês. De outro modo, Menezes et al. (2008) não verificaram diferença em nenhuma das variáveis acima apresentadas ao avaliarem novilhos de diferentes genótipos.

Restle et al. (2006), avaliando silagens de diferentes híbridos de milho na produção de novilhos superjovens, não observaram diferença

nas medidas inicial e final de comprimento e perímetro torácico dos animais. Macitelli et al. (2005) não verificaram diferença no comprimento de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes proteicas. Freneau et al. (2008) comparando vacas e novilhas verificaram diferença nas medidas de comprimento e perímetro torácico, com superioridade para vacas. Os autores acima citados atribuíram este resultado ao desenvolvimento de cada categoria.

Segundo Rocha et al. (2003), o perímetro torácico tem sido considerado a medida linear de maior precisão na determinação do crescimento muscular e o comprimento corporal a de menor precisão. Esses autores observaram que o comprimento e a altura variam em função de crescimento do esqueleto, atingindo um limiar à maturidade, sendo o perímetro torácico função do crescimento muscular. Embora as mensurações morfométricas não venham a substituir as avaliações das características de desempenho,

é importante estabelecer correlações entre essas, para que se possam estimar respostas do desenvolvimento dos animais na busca de maior produtividade. No presente estudo pode-se observar que a medida corporal inicial melhor correlacionada ao peso inicial dos novilhos foi o perímetro torácico ($r=0,89$; $p<0,0001$). Esse resultado corrobora com os estudos de Reis et al. (2008) e Freneau et al. (2008), que observaram maior correlação do peso vivo com o perímetro torácico nas diferentes categorias utilizadas sem seus estudos. As medidas corporais melhor correlacionadas ao peso vivo são o perímetro torácico altura de garupa e comprimento corporal, sendo a biometria uma forma de avaliar o animal vivo (LUCHIARI FILHO, 2000).

O peso final apresentou correlação significativa com as medidas inicial de alturas de cernelha ($r=0,35$; $p=0,0144$) e garupa ($r=0,41$; $p=0,0039$), comprimento ($r=0,67$) e perímetro torácico ($r=0,64$), as últimas com $p<0,0001$, e com as medidas finais de alturas de cernelha ($r=0,38$; $p=0,0075$) e garupa ($r=0,36$; $p=0,0118$), comprimento ($r=0,79$) e perímetro torácico ($r=0,89$), essas duas últimas com $p<0,0001$. Lôbo et al. (2002) observaram em seu estudo que as medidas tomadas aos 18 meses, idade próxima as dos novilhos ao início deste estudo, melhor correlacionada ao peso de abate aos 30 meses foram o perímetro torácico ($r=0,78$) e o comprimento corporal ($r=0,72$), ambas com $p<0,01$.

Restle et al. (2006) concluíram que animais altos não são desejáveis em sistemas de terminação em confinamento, sendo preferíveis animais compridos e com maior perímetro torácico. Neste estudo, todas as medidas iniciais foram positivamente correlacionadas ao ganho médio diário de peso, tendo maior correlação o comprimento, com $r=0,47$ e $p=0,0007$. Cyrillo et al. (2001) avaliaram a correlação entre peso e medidas corporais e observaram valores de medianos a altos, indicando que genes responsáveis pela manifestação do peso são também responsáveis pela manifestação das medidas corporais.

CONCLUSÕES

O cruzamento entre as raças Charolês e Nelore promove o aumento no peso dos animais, em virtude da participação da raça Charolês, assim como a participação da raça Nelore produz animais mais altos.

As medidas corporais são bons indicativos do desenvolvimento ponderal dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, P.F.; ALENCAR, M.M. Sistema de cruzamentos em bovinos de corte: estado da arte e necessidades de pesquisa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.681-683.
- BIANCHINI, E. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.1443-1448, 2006.
- CHASE JR., C.C. et al. Growth and reproductive development from weaning through 20 months of age among breeds of bulls in subtropical Florida. **Theriogenology**, Amsterdam, v.47, p.723-745, 1997.
- COSTA, D.P.B. et al. Medidas morfofuncionais de novilhos castrados Nelore e F1 Nelore x Sindi com 36 e 48 meses de idade. **Revista da Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Seropédica, v.27, p.34-40, 2007.
- CYRILLO, J.N.S.G. 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**, Viçosa, v.30, p.56-65, 2001.
- CROCKETT, J.R. et al. Rotational crossbreeding of beef cattle: reproduction by generation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.46, p.1163-1169, 1978.
- DeROUEN, S.M. et al. Direct and maternal genetic effects for carcass traits in beef cattle.

- Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, p.3677-3685, 1992.
- FRENEAU, G.E. et al. Estudo de medidas corporais, peso vivo e condição corporal de fêmeas da raça Nelore *Bos taurus indicus* ao longo de doze meses. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, p.76-85, 2008.
- LÔBO, R.N.B. et al. Correlação entre características de crescimento, abate e medidas corporais em tourinhos da raça Nelore. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.33, p.5-12, 2002.
- LONG, R.A. **El sistema de evaluación de ankony y su aplicación en la mejora del ganado**. Gran Junction, Colorado: Ankony Corporation, 1973.
- LOWAN, B.G. et al. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: East of Scotland College of Agriculture. 1973. 8p. Bulletin, 6.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1. Ed. São Paulo. 2000. 134p.
- MACITELLI, F. et al. Biometria da carcaça e peso de vísceras e órgãos internos de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.1751-1762, 2005.
- MENEZES, L.F.G; RESTLE, J. Desempenho de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.1927-1937, 2005.
- MENEZES, L.F.G. et al. Medidas corporais de novilhos das gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.771-777, 2008.
- MONTANHOLI, Y.R. et al. Variação nas medidas corporais e desenvolvimento do trato reprodutivo de novilhas de corte recriadas para o acasalamento aos 18 meses de idade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.185-190, 2008.
- MOURÃO, R.C. et al. Medidas morfométricas de novilhos castrados nelore e F1 Nelore x Limousin. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.6, p.27-32, 2010.
- NORTH CUTT, S.L. et al. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, p.1342-1345, 1992.
- PACHECO, P.S. et al. Características das partes do corpo não-integrantes da carcaça de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.1678-1690, 2005.
- PEREIRA, L.P. et al. Desenvolvimento ponderal de bovinos de corte de diferentes grupos genéticos de Charolês x Nelore inteiros ou castrados aos castrados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.1033-1039, 2000.
- PEROTTO, D. et al. Características quantitativas da carcaça de bovinos zebu e de cruzamentos *Bos taurus* x zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.2019-2029, 2000. Suplemento n.1.
- REIS, G.L. et al. Predição do peso vivo a partir de medidas corporais em animais mestiços Holandês/ Gir. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.778-783, 2008.
- RESTLE, J. et al. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.1036-1043, 2000.
- RESTLE, J. et al. Efeito do grupo genético e heterose na terminação de vacas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.374-382, 2001.
- RESTLE, J. et al. Silagem de diferentes híbridos de milho para produção de novilhos superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.2066-2076, 2006.
- ROCHA, E.D. et al. Tamanho de vacas Nelore adultas e seus efeitos no sistema de produção de gado de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.55, p.474-479, 2003.
- SANTOS, S.A. et al. Desempenho de bezerros Pantaneiros, Nelore e cruzados criados no pantanal, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.54, p.501-508, 2005.