

## Composição Física da Carcaça e Qualidade da Carne de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e Nelore, Terminados em Confinamento<sup>1</sup>

Luís Fernando Glasenapp de Menezes<sup>2</sup>, João Restle<sup>3</sup>, Fabiano Nunes Vaz<sup>4</sup>, Ivan Luiz Brondani<sup>5</sup>, Dari Celestino Alves Filho<sup>6</sup>, Aline Kellermann de Freitas<sup>7</sup>, Patrícia Alessandra Meneguzzi Metz<sup>8</sup>

**RESUMO** - Foram avaliadas as características qualitativas da carne e a composição física da carcaça de novilhos puros (Charolês - C e Nelore - N) e mestiços da segunda (G2) ( $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}N$  e  $\frac{3}{4}N \frac{1}{4}C$ ), terceira (G3) ( $\frac{5}{8}C \frac{3}{8}N$  e  $\frac{5}{8}N \frac{3}{8}C$ ) e quarta (G4) ( $\frac{11}{16}C \frac{5}{16}N$  e  $\frac{11}{16}N \frac{5}{16}C$ ) gerações de cruzamento, terminados em confinamento com dieta composta por 52% de silagem de milho e 48% de concentrado. Os animais mestiços foram superiores à média dos puros nos pesos absolutos de músculo, osso e gordura na carcaça, em todas as gerações de cruzamento. Animais mestiços apresentaram menor porcentagem de osso na carcaça que a média dos puros, sendo mais marcante na G2 e G3. A heterose para relação músculo/osso e porção comestível/osso foi positiva em todas as gerações de cruzamento, alcançando significância apenas na G3. Os mestiços apresentaram carne mais macia que a média dos puros, tanto pela avaliação por painel como pelo aparelho "Warner-Bratzler Shear", sendo a heterose retida de 9,39 e -11,36%, respectivamente. A heterose para suculência da carne, embora positiva em todas as gerações de cruzamento, foi significativa apenas na G3. Comparando as carcaças de mestiços vs puros Charolês ou Nelore, verificou-se que os mestiços apresentaram maior quantidade absoluta de músculo, mas menor relação músculo/osso que os Charolês, maior quantidade absoluta de músculo, osso, gordura e maior relação músculo/osso e porção comestível/osso que os Nelore. A carcaça dos mestiços mostrou maior porcentagem de músculo e menor de osso que os Nelore e maior porcentagem de gordura e menor de músculo que os Charolês. A carne dos mestiços apresentou menor grau de marmoreio e maciez similar à dos Charolês, porém apresentou maior grau de marmoreio e maciez que a dos Nelore.

Palavras-chave: *Bos indicus*, *Bos taurus*, gordura, heterose, maciez, marmoreio, músculo

## Carcass Physical Composition and Meat Quality from Feedlot Finished Steers of Advanced Generations of Rotational Crossbreeding between Charolais and Nellore

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the carcass physical composition and meat quality of steers, straightbreds (Charolais - C and Nellore - N), and crossbreds from second (G2) ( $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}N$  and  $\frac{3}{4}N \frac{1}{4}C$ ), third (G3) ( $\frac{5}{8}C \frac{3}{8}N$  and  $\frac{5}{8}N \frac{3}{8}C$ ) and fourth (G4) ( $\frac{11}{16}C \frac{5}{16}N$  and  $\frac{11}{16}N \frac{5}{16}C$ ) generation of rotational crossbreeding, feedlot finished with 52% corn silage plus 48% of concentrate in the diet. Crossbred steers were superior to the straightbreds mean for absolute weight of muscle, bone and fat of the carcass in all crossbreeding generations. Crossbreds showed lower bone percentage in the carcass than the straightbreds mean, being the difference more evident in G2 and G3. Heterosis for muscle/bone and edible portion/bone ratio was positive in all crossbreeding generations, reaching significance only in G3. Meat of crossbreds was more tender than straightbreds mean when evaluated by panel test or by the Warner-Bratzler Shear, being the retained heterosis 9.39 and -11.36%, respectively. Heterosis for meat juiciness although positive in all crossbreeding generations, was significant only in G3. Comparing the crossbreds versus the straightbreds Charolais or Nellore carcasses, it was observed that the crossbreds showed higher absolute quantity of muscle, but lower muscle/bone ratio than the Charolais and, higher absolute quantity of muscle, bone and fat and higher muscle/bone and edible portion/bone than the Nellore. The carcasses of the crossbreds showed higher muscle and lower bone percentage than the Nellore and, higher fat and lower muscle percentage than the Charolais. Meat of the crossbreds showed lower amount of marbling and similar tenderness to the Charolais, but had more marbling and was more tender than the Nellore meat.

Key Words: *Bos indicus*, *Bos taurus*, heterosis, fat, marbling, muscle, tenderness

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Parcialmente financiada pela FAPERGS.

<sup>2</sup> Zootecnista, Ms, Doutorando do PPG em Zootecnia da UFSM (lfgdm@yahoo.com.br).

<sup>3</sup> Eng. Agr., Professor Visitante CNPq – Departamento de Produção Animal – EV/UFG, Campus Samambaia, C.P. 131 – Goiânia - GO (jorestle@terra.com.br).

<sup>4</sup> Zootecnista, Ms.

<sup>5</sup> Zootecnista, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia – UFSM.

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, MS, Doutorando do Programa Pós-Graduação em Zootecnia – UFRGS, Professor Assistente do Departamento de Zootecnia – UFSM. E.mail: dcafilho@ccr.ufsm.br

<sup>7</sup> Aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFG – Goiânia, GO. Bolsista do CNPq.

<sup>8</sup> Aluna de graduação do curso de Medicina Veterinária da UFSM. Bolsista PIBIC – CNPq.

## Introdução

O crescimento acentuado das exportações da carne bovina brasileira indica a necessidade de elevar a sua produção e melhorar a qualidade do produto para atender à demanda e firmar sua posição no mercado internacional.

Ferraz (2003) relata fatores favoráveis à exploração pecuária brasileira, salientando que, em busca de maior produtividade, o cruzamento de bovinos de corte é uma alternativa para explorar a complementaridade entre raças e hererosigose, considerando a alta variabilidade de raças bovinas existentes no Brasil.

Discutindo diferentes tipos de cruzamentos, Koger (1980) alerta para as dificuldades encontradas nos diferentes sistemas, ressaltando que o cruzamento alternado entre duas raças pode ser mais fácil de ser adotado pelos produtores e com bons resultados, uma vez que mantém altos níveis de heterosigose, mesmo nas gerações mais avançadas das progênies, quando a heterosigose tende a se estabilizar (Restle, 1983).

Com base na escolha de raças a serem usadas nos cruzamentos, Restle & Vaz (1999) e Restle et al. (2003) salientam que o rebanho Nelore brasileiro representa uma fonte genética de valor inestimável para cruzamentos, em virtude do grande número de exemplares disponíveis e também da complementaridade desta raça entre os genótipos europeus com maior potencial de crescimento, seja raças britânicas, como a Hereford (Restle et al. 1997, 1999), seja raças continentais, como a Charolês (Restle et al., 1995; Vaz, 1999; Faturi et al., 2002; Restle et al., 2002). Em todos os trabalhos que foram avaliados animais Charolês, é evidente o aumento de peso de carcaça nos animais mestiços, concluindo-se que o cruzamento entre as raças Nelore e Charolês se traduz em aumento de produtividade. Segundo Vaz et al. (2002), alta velocidade de crescimento e elevado peso ao abate dos mestiços comprovam a boa complementaridade entre essas raças.

No Brasil, existe um razoável volume de trabalhos em que se avalia principalmente a primeira geração de mestiços, mas poucos têm estudado gerações avançadas de cruzamentos (Perotto et al., 2000, 2003; Vaz et al., 2002). No exterior, Gregory et al. (1994) observaram, na terceira geração (G3), altos níveis de heterosigose para características de carcaça relacionadas ao crescimento. Ainda com relação ao mesmo projeto anterior, Wheeler et al. (1996) comentam sobre a correta

determinação do ponto de abate dos animais, a qual deve estar ligada aos objetivos da exploração e ao recurso genético disponível, podendo o ponto de abate ser determinado pela idade dos animais, pelo tempo de terminação, pela porcentagem de gordura da carcaça, pelo marmoreio da carne ou peso de abate.

Restle & Vaz (2002) salientam que, na busca da padronização da qualidade da carne, o abate dos animais deve ocorrer com até dois anos de idade, restando aos pesquisadores produzirem dados científicos que apontem as melhores alternativas para o cruzamento da raça Nelore com raças de grande velocidade de crescimento, focando na qualidade da carne de animais abatidos em idade jovem.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar as características qualitativas da carne e a composição física da carcaça e medir a heterosigose resultante em novilhos da segunda, terceira e quarta gerações do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento e abatidos aos dois anos de idade.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Comparou-se o efeito da composição racial e a heterosigose resultante nas características qualitativas da carne e na composição física da carcaça de novilhos puros (Charolês - C e Nelore - N) e mestiços da segunda (G2) ( $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}N$  e  $\frac{3}{4}N \frac{1}{4}C$ ), terceira (G3) ( $\frac{5}{8}C \frac{3}{8}N$  e  $\frac{5}{8}N \frac{3}{8}C$ ) e quarta (G4) ( $\frac{11}{16}C \frac{5}{16}N$  e  $\frac{11}{16}N \frac{5}{16}C$ ) geração de cruzamento. A heterosigose observada no presente trabalho é a total, decorrente da heterosigose individual e materna.

Foram utilizados 78 novilhos tomados ao acaso da fazenda experimental da UFSM, nascidos na mesma época de parição e mantidos sempre sob as mesmas condições de manejo e alimentação. Os novilhos foram gerados por fêmeas puras e mestiças inseminadas com sêmen de seis touros de cada raça (Charolês e Nelore). Quatro touros de cada raça foram utilizados para o repasse na monta a campo. Os touros Charolês que geraram os novilhos Charolês foram os mesmos que geraram os novilhos  $\frac{3}{4}C \frac{1}{4}N$ ,  $\frac{5}{8}C \frac{3}{8}N$  e  $\frac{11}{16}C \frac{5}{16}N$ , assim como os touros Nelore que geraram os novilhos Nelore foram os mesmos que geraram os novilhos  $\frac{3}{4}N \frac{1}{4}C$ ,  $\frac{5}{8}N \frac{3}{8}C$  e  $\frac{11}{16}N \frac{5}{16}C$ .

No início do período de terminação em confinamento, os animais apresentavam, em média, 20 meses de idade e 304 kg de peso. O período total de confinamento teve a duração de 97 dias, sendo os primeiros 14 destinados à adaptação ao ambiente do confinamento e à dieta alimentar. A dieta (12,32% de proteína bruta [PB], 2,96 Mcal de energia digestível [ED] e 58,30% de fibra em detergente neutro [FDN]) foi calculada para proporcionar aos animais ganho de peso médio diário (GMD) de 1,2 kg (NRC, 1996) e fornecida igualmente a todos os animais. O volumoso, representando 52% da matéria seca total oferecida, foi constituído de silagem de milho (AG 5011). O concentrado foi composto por 93,97% de farelo de trigo, 1,5% de uréia, 3,62% de calcário calcítico e 0,9% de sal, adicionado, ainda, de monensina sódica, que era regulada conforme recomendação do fabricante.

Após 97 dias de confinamento, os animais foram pesados, após jejum de sólidos de 14 horas, e encaminhados a um frigorífico comercial para abate, seguindo-se o fluxo normal do estabelecimento. Após resfriamento das carcaças por 24 horas a 0°C, foram realizadas as avaliações subjetivas de marmoreio, cor e textura da carne, a partir da secção do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12ª costela, conforme metodologia descrita por Müller (1987). Para determinar as porcentagens de músculo, gordura e osso, seguiu-se a metodologia descrita por Hankins & Howe (1946), adaptada por Müller (1973), sendo que a porção do músculo *Longissimus dorsi* extraída dessas determinações foi identificada, embalada e imediatamente congelada para posterior determinação das características sensoriais.

Em laboratório, do músculo congelado foram extraídas duas fatias de 2,5 cm de espessura perpendicularmente ao comprimento do músculo, as quais foram utilizadas para avaliação das características sensoriais (fatia A), da quebra ao descongelamento, quebra à cocção e resistência das fibras ao corte (fatia B).

As características sensoriais da carne foram avaliadas segundo Müller (1987). Para cálculo das perdas ao descongelamento e à cocção, foi realizada a pesagem da fatia B, ainda congelada, depois de descongelada e após o cozimento, que aconteceu até que a temperatura interna da fatia atingisse 70°C. A pesagem após o cozimento foi realizada com a amostra em temperatura ambiente.

Após o cozimento e a pesagem da fatia B, foram extraídas três amostras de feixes de fibras (circula-

res) com 1 cm<sup>2</sup> de área, as quais foram cortadas perpendicularmente à fibra, por intermédio do aparelho Warner-Bratzler Shear.

Foi empregado delineamento experimental inteiramente casualizado, com diferente número de repetições por grupo genético.

Os dados foram analisados por intermédio da análise de variância e as médias, comparadas pelo teste t (SAS, 1997), utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + IV_k + SA_i + GG_j(SA_i) + E_{ijkl}$$

em que  $Y_{ijkl}$  refere-se a variáveis dependentes;  $\mu$ , à média de todas as observações;  $IV_k$ , ao efeito da k-ésima idade da vaca, mãe do novilho;  $SA_i$ , ao efeito do sistema de acasalamento de índice i, sendo i = 1 (puros), 2 (mestiços da G2), 3 (mestiços da G3) e 4 (mestiços da G4);  $GG_j(SA_i)$ , efeito do grupo genético de índice j aninhado dentro do sistema de acasalamento i, sendo j = 1 (Charolês) e 2 (Nelore) dentro do SA 1; 1 (3/4C 1/4N) e 2 (3/4N 1/4C) dentro do SA 2; 1 (5/8C 3/8N) e 2 (5/8N 3/8C) dentro do SA 3; 1 (11/16C 5/16N) e 2 (11/16N 5/16C) dentro do SA 4; e  $E_{ijkl}$ , ao efeito aleatório residual.

Foram realizadas ainda análises de contraste para comparar animais Charolês ou Nelore vs mestiços e mestiços com predominância Charolês vs mestiços com predominância Nelore.

Também foi calculada a heterose resultante das características avaliadas:

$$H\% = [(m\acute{e}dia\ dos\ mesti\c{c}os\ dentro\ de\ cada\ gera\c{c}\tilde{a}o / m\acute{e}dias\ dos\ puros) - 1] \times 100.$$

A heterose retida foi calculada pela seguinte equação:

$$H_{retida} = [(m\acute{e}dia\ de\ todos\ os\ mesti\c{c}os / m\acute{e}dia\ dos\ puros) - 1] \times 100.$$

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados médios referentes à composição física da carcaça, relação músculo/osso e relação músculo + gordura (porção comestível)/osso. Animais mestiços apresentaram menor porcentagem de osso na carcaça que a média dos puros (15,06%), sendo a diferença mais marcante na G2 (14,26%) e G3 (14,27%), resultando heterose significativa de -5,28% nas duas gerações. No entan-

Tabela 1 - Heterose, médias e erros-padrão para composição física da carcaça de novilhos, de acordo com grupo genético

Table 1 - Heterosis, means and standard errors for carcass physical composition of steers, according to genetic group

Grupo genético <i>Genetic group</i>	Músculo, % <i>Muscle, %</i>	Gordura, % <i>Fat, %</i>	Osso, % <i>Bone, %</i>	Músculo, kg <i>Muscle, kg</i>	Gordura, kg <i>Fat, kg</i>	Osso, kg <i>Bone, kg</i>	Músculo/ osso <i>Muscle/bone</i>	Porção comestível/ osso <i>Edible portion/bone</i>
Charolês - C <i>Charolais - C</i>	65,71 ± 1,1 <sup>a</sup>	20,15 ± 1,4 <sup>b</sup>	14,66 ± 0,6	144,3 ± 9,0 <sup>a</sup>	45,4 ± 4,8	32,0 ± 1,8 <sup>a</sup>	4,56 ± 0,2 <sup>a</sup>	5,98 ± 0,3
Nelore - N <i>Nellore - N</i>	60,37 ± 0,7 <sup>b</sup>	24,23 ± 0,9 <sup>a</sup>	15,46 ± 0,4	107,7 ± 5,7 <sup>b</sup>	43,7 ± 3,0	27,4 ± 1,1 <sup>b</sup>	3,92 ± 0,1 <sup>b</sup>	5,51 ± 0,2
Média puros <i>Straightbreds mean</i>	63,04 ± 0,6	22,19 ± 0,8	15,06 ± 0,3	126,0 ± 5,3	44,5 ± 2,8	29,7 ± 1,1	4,24 ± 0,1	5,74 ± 0,2
3/4 C 1/4 N	63,86 ± 1,1 <sup>a</sup>	22,58 ± 1,4	14,14 ± 0,6	149,4 ± 9,0	53,2 ± 4,8	33,1 ± 1,8	4,55 ± 0,2	6,19 ± 0,3
3/4 N 1/4 C	60,41 ± 0,9 <sup>b</sup>	25,56 ± 1,2	14,39 ± 0,5	146,7 ± 7,8	61,4 ± 4,1	34,5 ± 1,5	4,22 ± 0,1	6,01 ± 0,2
Média G2 <i>G2 mean</i>	62,13 ± 0,7	24,07 ± 0,9	14,26 ± 0,4	148,0 ± 5,9	57,3 ± 3,2	33,8 ± 1,2	4,39 ± 0,1	6,10 ± 0,2
Heterose G2, % <i>G2 heterosis, %</i>	-1,44	8,47	-5,28*	17,48**	28,61**	13,77**	3,42	6,18
5/8 C 3/8 N	65,66 ± 0,7 <sup>a</sup>	20,87 ± 0,8 <sup>b</sup>	14,13 ± 0,4	162,1 ± 6,0	51,5 ± 3,3 <sup>b</sup>	34,8 ± 1,3	4,68 ± 0,1 <sup>a</sup>	6,18 ± 0,2
5/8 N 3/8 C	61,21 ± 0,6 <sup>b</sup>	24,78 ± 0,7 <sup>a</sup>	14,40 ± 0,3	154,0 ± 5,2	62,5 ± 2,8 <sup>a</sup>	36,1 ± 1,1	4,27 ± 0,1 <sup>b</sup>	6,00 ± 0,2
Média G3 <i>G3 mean</i>	63,43 ± 0,4	22,82 ± 0,5	14,27 ± 0,3	158,0 ± 3,9	57,0 ± 2,2	35,5 ± 0,9	4,48 ± 0,1	6,09 ± 0,1
Heterose G3, % <i>G3 heterosis, %</i>	0,63	2,86	-5,28**	25,46**	27,29**	19,39**	5,54**	6,01**
11/16 C 5/16 N	63,10 ± 1,0	22,83 ± 1,2	14,51 ± 0,5	165,4 ± 6,3 <sup>a</sup>	60,5 ± 4,4	38,1 ± 1,3 <sup>a</sup>	4,37 ± 0,1 <sup>a</sup>	5,97 ± 0,2
11/16 N 5/16 C	61,92 ± 1,2	23,65 ± 1,5	14,75 ± 0,6	141,4 ± 7,7 <sup>b</sup>	54,4 ± 5,3	33,7 ± 1,6 <sup>b</sup>	4,20 ± 0,2 <sup>b</sup>	5,81 ± 0,3
Média G4 <i>G4 mean</i>	62,51 ± 0,8	23,24 ± 1,0	14,63 ± 0,4	153,4 ± 5,1	57,4 ± 3,5	35,9 ± 1,1	4,29 ± 0,1	5,89 ± 0,2
Heterose G4, % <i>G4 heterosis, %</i>	-0,84	4,73	-2,86	21,76**	28,89**	20,76**	1,06	2,52
Heterose retida, % <i>Retained heterosis, %</i>	-0,55	5,36	-4,47	21,57**	21,53**	17,97**	3,34	4,90
Diferença mestiços e C, % <i>Crossbreds and C difference, %</i>	-4,81*	13,81**	-1,90	5,78***	20,67	8,76	-4,07***	0,77
Diferença mestiços e N, % <i>Crossbreds and N difference, %</i>	3,71**	-3,64	-7,46***	29,70***	23,72***	21,71***	10,54***	8,57***

\*\*\*P&lt;0,01; \*\*P&lt;0,05; \*P&lt;0,10 (\*\*\*P&lt;.01; \*\*P&lt;.05; \*P&lt;.10).

Médias, na coluna, seguidas por letras diferentes, na comparação entre C e N, ou entre os genótipos dentro da mesma geração de cruzamento, são diferentes (P&lt;0,05) pelo teste t.

Means, within a column, followed by different letters for the comparison between C and N, or between genotypes within the same crossbreeding generation, are different (P&lt;.05) by t test.

to, a menor porcentagem de ossos nos animais mestiços influenciou positivamente a relação músculo/osso e músculo + gordura/osso apenas da G3, sendo as heteroses de 5,54 e 6,01%, respectivamente.

A porcentagem de gordura na carcaça foi similar entre os sistemas de acasalamento, revelando níveis de heterose de 8,47; 2,86 e 4,73%, respectivamente, para G2, G3 e G4. Estudando animais mestiços das mesmas raças e com a mesma idade, Restle et al. (1995) e Vaz (1999)

verificaram que, na G1, a heterose não foi significativa em nenhum dos tecidos da carcaça, ao passo que Vaz et al. (2002) observaram maior porcentagem de gordura nos mestiços G1 Charolês x Nelore, com heterose de 3,33%.

Segundo Vaz (1999), por serem medidas complementares, ou seja, a soma de seus valores é sempre igual a 100%, as características expressas de forma percentual não são as mais indicadas para expressar os valores de heterose, quando se deseja quantificar o

desenvolvimento dos tecidos da carcaça de animais puros e mestiços. Nesse caso, o autor cita que a melhor maneira de expressar a composição da carcaça é na forma de peso total de músculo, gordura e osso. As quantidades totais de músculos e ossos dos animais mestiços foram maiores ( $P < 0,05$ ) do que nos animais puros em 17,48 e 13,77%, na G2, 25,46 e 19,39% na G3 e 21,76 e 20,76% na G4, respectivamente.

Com relação ao peso total de gordura na carcaça, os valores também foram significativamente diferentes, sendo a heterose de 28,61; 27,29 e 28,89%, na G2, G3 e G4, respectivamente. Maiores quantidades de gordura na carcaça de animais mestiços também são relatadas por Urick et al. (1989) e Marshall (1994), os quais mostraram que, nas características relacionadas à deposição de gordura, a heterose se manifesta com maior intensidade. Gregory et al. (1994) comentam que, entre as características da carcaça, a gordura é a que mais varia entre as raças bovinas, resultando em altos níveis de heterose (Koger, 1980; Vaz, 1999).

A heterose para o peso de músculo na carcaça acompanhou o grau de oscilação da heterozigose individual. A heterose passou de 17,48 na G2 para 25,46% na G3, aumento de 46%, enquanto a heterozigose aumentou em 50% (de 50 para 75%). Na G4, o decréscimo de heterozigose em relação a G3 foi de 17% (de 75 para 62,5%) e a queda da heterose, de 14,5%.

Comparando grupo genético dentro do sistema de acasalamento, constatou-se, entre os animais puros, que os Charolês foram superiores aos Nelore em porcentagem (65,71 vs. 60,37%) e peso de músculo (144,3 vs. 107,7 kg) e peso de ossos (32,0 vs. 27,4 kg), enquanto os novilhos Nelore apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) participação percentual de gordura na carcaça (24,23 vs. 20,15%). As diferenças entre grupos genéticos para os pesos absolutos dos tecidos decorrem, em parte, das diferenças de peso da carcaça.

Uma das principais características da raça Charolês é a alta proporção de tecido muscular na carcaça (Barber et al., 1981; Perobelli et al., 1994; Restle et al., 1995; Vaz, 1999). No presente trabalho, com exceção da G4, nas demais gerações o efeito genético aditivo para deposição muscular da raça Charolês se confirmou, pois os animais com maior predominância deste genótipo apresentaram maior porcentagem de músculo (63,86 vs 60,41% na G2 e 65,66 vs 61,21% na G3).

Foi realizada análise de contrastes entre os animais com predominância de Charolês no genótipo vs os animais com predominância de Nelore, comprovando-se o maior efeito genético aditivo da raça Charolês para deposição de músculo (64,56 vs. 60,77%) e o maior potencial do Nelore para deposição de gordura (24,69 vs. 21,61%). Estes resultados confirmam as observações de Koch et al. (1989), os quais indicaram que cruzamentos com participação de Charolês se situam entre os que produzem carcaças com maior proporção de músculos e menor de gordura.

A relação músculo/osso também foi maior nos animais com predominância de Charolês, mas não houve diferença na porção músculo + gordura/ossos em nenhum dos sistemas de acasalamento, em decorrência da maior participação de gordura na carcaça dos novilhos com predominância de Nelore. Berg & Butterfield (1976) relatam que raças com grandes massas musculares tendem a apresentar relação músculo/osso maior que raças de musculatura mais leve.

Os valores para cor, textura, marmoreio, quebra durante o descongelamento e durante o cozimento da carne constam na Tabela 2. Não houve diferença entre os novilhos puros e mestiços para a coloração da carne, sendo que a ausência de efeito da heterose nesta característica foi citada em pesquisas realizadas com novilhos (Restle et al., 1995; Vaz et al., 2002) ou vacas (Restle et al., 2002). Da mesma forma, não houve diferença para a cor da carne em nenhum dos sistemas de acasalamento analisados.

Os novilhos Charolês, 3/4C 1/4N, 3/4N 1/4C, 5/8N 3/8C e 11/16C 5/16N apresentaram carne com coloração oscilando entre vermelho e vermelho vivo, enquanto os demais genótipos apresentaram carne classificada entre vermelho levemente escuro e vermelha. Crouse et al. (1989) concluíram que a coloração da carne piorou à medida que se aumentou a porcentagem de zebuino no genótipo. No presente trabalho, a análise de contrastes não mostrou diferença significativa entre animais com predominância de Charolês vs aqueles com predominância de Nelore, embora os primeiros tenham apresentado carne de coloração entre vermelho e vermelho vivo, ao passo que os últimos, carne de coloração entre vermelho levemente escuro e vermelho.

A textura é constituída por um conjunto de fibras musculares agrupadas em fascículos envolvidos por uma camada de tecido conectivo (perimísio) e avaliada subjetivamente pela granulação da superfície do

Tabela 2 - Médias, erros-padrão e heterose para cor, textura, marmoreio, quebra ao descongelamento (QDE) e à cocção (QCO) da carne de novilhos, de acordo com grupo genético

Table 2 - Means, standard errors and heterosis for color, texture, marbling, thawing (QDE) and cooking losses (QCO) of meat, according to genetic group

Grupo genético <i>Genetic group</i>	Cor, pontos <sup>1</sup> <i>Color, score<sup>1</sup></i>	Textura, pontos <sup>2</sup> <i>Texture, score<sup>2</sup></i>	Marmoreio, pontos <sup>3</sup> <i>Marbling, score<sup>3</sup></i>	QDE, %	QCO, %
Charolês-C <i>Charolais - C</i>	4,48±0,3	4,52±0,4	8,12±0,9 <sup>a</sup>	14,64±0,6	22,2±1,9
Nelore - N <i>Nellore-N</i>	3,79±0,2	3,87±0,2	3,85±0,6 <sup>b</sup>	14,29±0,4	22,0±1,2
Média puros <i>Straightbreds mean</i>	4,14±0,2	4,19±0,2	5,99±0,5	14,46±0,4	22,1±1,1
¾C ¼N	4,16±0,3	4,01±0,4	5,82±0,9	14,74±0,6	23,8±1,9
¾N ¼C	4,13±0,3	3,53±0,3	3,95±0,7	14,00±0,5	23,0±1,5
Média G2 <i>G2 means</i>	4,15±0,2	3,77±0,2	4,88±0,6	14,37±0,4	23,4±1,2
Heterose G2, % <i>G2 heterosis, %</i>	0,24	-10,13	-18,38	-0,66	5,81
5/8C 3/8N	3,90±0,3	4,09±0,2	7,00±0,7 <sup>a</sup>	13,19±0,6	23,1±1,2
5/8N 3/8C	4,07±0,2	3,67±0,2	4,61±0,6 <sup>b</sup>	14,52±0,5	22,4±1,1
Média G3 <i>G3 means</i>	3,99±0,2	3,88±0,1	5,80±0,5	13,85±0,4	22,8±0,8
Heterose G3, % <i>G3 heterosis, %</i>	-3,51	-7,51	-3,26	-4,22	2,85
11/16 C 5/16 N	4,19±0,3	3,90±0,3	5,84±0,9	13,34±0,4 <sup>b</sup>	20,9±1,5
11/16 N 5/16 C	3,81±0,3	4,01±0,4	5,29±1,0	15,09±0,5 <sup>a</sup>	23,6±1,9
Média G4 <i>G4 mean</i>	4,00±0,2	3,96±0,3	5,57±0,7	14,22±0,3	22,2±1,2
Heterose G4, % <i>G4 heterosis, %</i>	-3,26	-5,72	-7,02	-1,73	0,50
Heterose retida, % <i>Retained heterosis, %</i>	-2,18	-7,79	-9,55	-2,20	3,05
Diferença mestiços e C, % <i>Crossbreds and C difference, %</i>	-10,75	-16,85	-50,00 <sup>***</sup>	-3,49	2,48
Diferença mestiços e N, % <i>Crossbreds and N difference, %</i>	6,30	-0,04	28,88 <sup>*</sup>	-1,01	3,44

\*\*\*P&lt;0,01; \*\*P&lt;0,05; \*P&lt;0,10 (\*\*P&lt;0,01; \*\*P&lt;0,05; \*P&lt;0,10)

Médias, na coluna, seguidas por letras diferentes, na comparação entre C e N, ou entre os genótipos dentro da mesma geração de cruzamento, são diferentes (P&lt;0,05) pelo teste t.

Means, within a column, followed by different letters for the comparison between C and N, or between genotypes within the same crossbreeding generation, are different (P&lt;0,05) by t test.

<sup>1</sup> Variação de 1 a 5, sendo 3 = vermelho levemente escuro; 4 = vermelho; 5 = vermelho vivo.<sup>1</sup> Score from 1 to 5, being 3 = slightly dark red; 4 = red; 5 = bright red<sup>2</sup> Variação de 1 a 5, sendo 3 = levemente grosseira; 4 = fina; 5 = muito fina.<sup>2</sup> Score from 1 to 5, being 3 = slightly coarse; 4 = fine; 5 = very fine.<sup>3</sup> Variação de 1 a 18, sendo: 4-6 = leve, 7-9 = pequeno.<sup>3</sup> Score from 1 to 18, being 4-6 = slight; 7-9 = small.

músculo ao ser cortado (Restle et al., 2002). Neste estudo, o sistema de acasalamento não afetou a textura da carne. Todos os grupos genéticos apresentaram carne com boa textura, mas, segundo análise de contraste, os genótipos com maior participação de sangue Charolês apresentaram carne com textura mais fina que aqueles com maior participação de Nelore.

O marmoreio não foi afetado pelo sistema de acasalamento. Vários trabalhos (Marshall et al., 1987; Vaz et al., 2002) têm atestado altos valores de heterose para o marmoreio da carne. Vaz (1999) observou alta

heterose para marmoreio da carne na primeira geração do cruzamento entre as raças Charolês e Nelore (25,85%), porém constatou que na G2 o valor decresceu drasticamente (7,97%). Em outro trabalho, usando as mesmas raças, Vaz et al. (2001) observaram heterose de 64,01% na primeira geração e -1,45% na G2.

Novilhos Charolês apresentaram maior quantidade de marmoreio na carne que os Nelore (8,12 vs 3,85 pontos), embora os últimos tenham apresentado maior porcentagem de gordura na carcaça. Verifica-se ainda, na Tabela 2, que os novilhos mestiços apresentaram

maior quantidade de marmoreio que os Nelore e menor que os Charolês puros. Urick et al. (1989) e DeRouen et al. (1992) comentam que o marmoreio decresce à medida que incrementa a participação de Charolês no genótipo, o que não foi verificado no presente trabalho, posto que, em todas gerações de cruzamento, os novilhos com predominância de Charolês apresentaram maior grau de marmoreio, embora a diferença tenha sido significativa apenas na G3.

Wheeler et al. (1996, 1997) descrevem que, fixando-se o grau de acabamento, tanto pela cobertura de gordura como em porcentagem de gordura na carcaça, os animais Charolês são os mais pesados e com menor grau de marmoreio que as demais raças, inclusive a Nelore. Estes resultados indicam que a raça Charolês atinge o grau de acabamento com maior peso. No mesmo trabalho, os autores fixaram também o peso de abate e número de dias em terminação como pontos de abate, verificando que os animais Charolês foram os que apresentaram menores graus de marmoreio na carne.

No presente trabalho, o ponto de abate dos animais foi determinado pela idade e pelo grau de acabamento dos animais contemporâneos de todos os grupos genéticos. Portanto, a possível explicação para o menor grau de marmorização da carne dos animais Nelore puros e mestiços com predominância de Nelore seria um atraso em seu desenvolvimento. O maior percentual de gordura na carcaça verificado nos zebuínos (Tabela 2) é indicativo de que o grau de marmoreio na carne se acentua posteriormente (Berg & Butterfield, 1976; Shorthose & Harris, 1991). Esses autores acreditam em uma ordem lógica de deposição de diferentes tipos de gordura, citando o marmoreio como a última gordura a ser depositada, embora esta teoria seja discutida por outros autores (Di Marco, 1998; Vaz & Restle, 2003), os quais acreditam que vários fatores influenciam nessa ordem, como alterações da curva de crescimento ou diferenças de níveis alimentares em diferentes fases da vida. Restle et al. (2002) verificaram que, em vacas de descarte terminadas em confinamento, a diferença no grau de marmoreio entre Charolês e Nelore deixou de ser significativa, ao passo que, no trabalho de Perobelli et al. (1994), que terminaram vacas em pastagem, as Nelore apresentaram maior quantidade de marmoreio na carne que as Charolês. Estes resultados são indicativos de que no Nelore a deposição de gordura intramuscular se acentua em estágio de desenvolvimento mais avançado.

Se forem analisados os dados de marmoreio publicados por autores que pesquisaram o peso de abate de animais Charolês, observam-se valores de marmoreio bastante inferiores aos verificados no presente estudo na mesma faixa de peso de abate. Restle et al. (1996), ao abaterem novilhos Charolês com 421, 461 e 495 kg, verificaram que o marmoreio foi, respectivamente, de 6,45, 5,75 e 8,47 pontos. O marmoreio no presente estudo foi de 8,12 pontos com peso de abate de 414,7 kg, o que só foi atingido no trabalho anterior com o peso mais elevado.

Segundo Müller (1987), as perdas durante o descongelamento e o cozimento são influenciadas pelo marmoreio, sendo que seu aumento reduz as porcentagens de perdas. Não foi observada relação entre estas variáveis na análise de correlação (Tabela 4).

Com exceção da quarta geração, na qual os novilhos 11/16N 5/16C apresentaram maior quebra ao descongelamento em relação aos 11/16C 5/16N (15,09 vs 13,34%), não houve efeito do grupo genético dentro dos sistemas de acasalamento para estas duas variáveis. Restle et al. (1997) observaram que o incremento de Nelore no cruzamento com a raça Hereford aumentou a quebra ao descongelamento, fazendo com que a suculência da carne decrescesse em animais abatidos aos 14 meses de idade.

Na Tabela 3 constam as médias referentes à maciez medida mecanicamente e pelo painel de avaliadores, à palatabilidade e suculência da carne. Os valores de heterose da suculência da carne que foram significativos ( $P < 0,10$ ) apenas na G3 – na G2 de 8,09, na G3 de 8,40 e na G4 de 2,33% – e estão bem acima dos publicados na literatura (Restle et al., 1995; Vaz et al., 2001; Restle et al., 2002; Vaz et al., 2002).

Não houve diferença entre grupos genéticos dentro dos sistemas de acasalamento, assim como na análise de contrastes entre animais com predominância de sangue Charolês e aqueles com predominância de sangue Nelore. Sherbeck et al. (1995) constataram que a suculência da carne decresceu à medida que aumentou a porcentagem de sangue zebuínico no cruzamento. Outros autores (Faturi et al., 2002; Restle et al., 2002) atribuem às perdas de líquidos durante o descongelamento e à cocção as diferenças na suculência. No presente estudo observa-se, na Tabela 2, que também não houve diferença nas perdas de líquidos entre grupos genéticos, observando-se correlação negativa de 0,46 ( $P < 0,05$ ) entre suculência e perda de líquidos durante o cozimento (Tabela 4).

Tabela 3 - Médias, erros-padrão e heterose para suculência, palatabilidade, força de cisalhamento (shear) e maciez da carne de novilhos, de acordo com grupo genético

Table 3 - Means, standard errors and heterosis for juiciness, flavor, shear force and tenderness of meat from steers, according to genetic group

Grupo genético <i>Genetic group</i>	Suculência, pontos <sup>1</sup> <i>Juiciness, score<sup>1</sup></i>	Palatabilidade, pontos <sup>1</sup> <i>Flavor, score<sup>1</sup></i>	Shear, kgf	Maciez, pontos <sup>1</sup> <i>Tenderness, score<sup>1</sup></i>
Charolês - C <i>Charolais-C</i>	6,38 ± 0,5	7,45 ± 0,4	4,15 ± 0,4	6,79 ± 0,3
Nelore - N <i>Nellore - N</i>	6,55 ± 0,3	6,51 ± 0,3	4,27 ± 0,2	6,41 ± 0,2
Média puros <i>Straightbreds mean</i>	6,47 ± 0,3	6,98 ± 0,3	4,21 ± 0,2	6,60 ± 0,2
¾C ¼N	7,51 ± 0,5	7,18 ± 0,4	3,68 ± 0,4	7,85 ± 0,3 <sup>a</sup>
¾N ¼C	6,38 ± 0,4	6,62 ± 0,4	4,02 ± 0,3	6,83 ± 0,3 <sup>b</sup>
Média G2 <i>G2 mean</i>	6,95 ± 0,3	6,90 ± 0,3	3,85 ± 0,2	7,34 ± 0,2
Heterose G2, % <i>G2 heterosis, %</i>	8,09	-0,86	-8,88	11,63**
5/8C 3/8N	6,92 ± 0,3	6,96 ± 0,3	3,53 ± 0,3	7,58 ± 0,3
5/8N 3/8C	7,02 ± 0,3	7,16 ± 0,3	3,72 ± 0,2	6,99 ± 0,2
Média G3 <i>G3 mean</i>	6,97 ± 0,2	7,06 ± 0,2	3,63 ± 0,2	7,29 ± 0,2
Heterose G3, % <i>G3 heterosis, %</i>	8,40*	1,44	-14,20**	10,80**
11/16 C 5/16 N	6,94 ± 0,4	6,77 ± 0,3	3,63 ± 0,3	7,05 ± 0,3
11/16 N 5/16 C	6,22 ± 0,5	7,04 ± 0,4	3,81 ± 0,4	7,02 ± 0,4
Média G4 <i>G4 mean</i>	6,58 ± 0,4	6,90 ± 0,3	3,72 ± 0,3	7,04 ± 0,2
Heterose G4, % <i>G4 heterosis, %</i>	2,33	-0,79	-11,95	7,00
Heterose retida, % <i>Retained heterosis, %</i>	5,70	-0,29	-11,36*	9,39**
Diferença mestiços e C, % <i>Crossbreds and C difference, %</i>	6,63	-7,12	-11,21	5,96
Diferença mestiços e N, % <i>Crossbreds and N difference, %</i>	4,15	6,54	-14,43**	11,22*

\*\*\*P&lt;0,01; \*\*P&lt;0,05; \*P&lt;0,10. (\*\*P&lt;.01; \*\*P&lt;.05; \*P&lt;.10)

Médias, na coluna, seguidas por letras diferentes, na comparação entre C e N, ou entre os genótipos dentro da mesma geração de cruzamento, são diferentes (P&lt;0,05) pelo teste t.

Means, within a column, followed by different letters for the comparison between C and N, or between genotypes within the same crossbreeding generation, are different (P&lt;.05) by t test.

<sup>1</sup>Escala de 1 a 9 pontos, sendo 1 = extremamente dura, sem suculência e sem sabor; 9 = extremamente macia, extremamente suculenta e extremamente saborosa.<sup>1</sup>Score from 1 to 9 points, being 1 = extremely tough, dry and undesirable; 9 = extremely tender, juicy and flavorful.

A palatabilidade da carne não foi influenciada (P>0,10) pelo grau de heterozigose, nem pelo grupo genético dentro do sistema de acasalamento. Restle et al. (1995), também não verificaram diferença na palatabilidade da carne de novilhos Charolês, Nelore e suas cruzas. Por outro lado, Vaz et al. (2002) observaram carne mais palatável em novilhos Charolês que em novilhos Nelore, resultado inverso ao verificado por Perobelli et al. (1994) trabalhando com vacas Nelore e Charolês. Os últimos autores atribuíram a melhor palatabilidade da carne das vacas Nelore à maior quantidade de marmoreio, ao passo que Wheeler et al. (1996), às demais características sensoriais da

carne. Os resultados do presente estudo concordam integralmente com as afirmações daqueles autores, apresentando correlações significativas (P<0,05) (Tabela 4) entre palatabilidade e suculência (r = 0,43) e entre palatabilidade e maciez (r = 0,34), não apresentando relação (P>0,10) entre grau de marmoreio e palatabilidade da carne (r = 0,20).

Na Tabela 3, observam-se ainda os valores de maciez medida pelo aparelho Warner-Bratzler Shear e pelo painel de degustadores. A carne dos animais mestiços apresentaram maior maciez e menor resistência das fibras ao corte em todas as gerações, sendo que a heterose alcançou significância (P<0,05) para



maciez na G2 (11,63%) e G3 (10,80%) e para a resistência ao corte na G3 (-14,20%). A heterose retida foi de 9,39 e -11,36%, respectivamente, para maciez da carne avaliada pelo painel e para força de cisalhamento. Slinger et al. (1985), utilizando oito raças *Bos taurus* e suas combinações, verificaram que o incremento do nível de heterozigose aumentou a maciez da carne.

DeRouen et al. (1992) acreditam que, apesar de o efeito heterótico da raça Brahman ser positivo para maciez da carne, sua inclusão em cruzamentos pode diminuir a maciez da carne, devido ao seu forte efeito genético aditivo. Por outro lado, Wheeler et al. (1996) citam que os efeitos heteróticos das raças zebuínas sobre a qualidade da carcaça são positivos e a queda da maciez em animais mestiços é de pouca magnitude prática.

Ainda com respeito à maciez da carne, observa-se que houve diferença significativa entre os grupos genéticos dentro do sistema de acasalamento apenas na G2, onde a pontuação dada pelos avaliadores foi maior para os animais 3/4C 1/4N em relação aos 3/4N 1/4C, de 7,85 e 6,83 pontos, respectivamente. Norman (1982), estudando a maciez da carne de tourinhos Nelore, Canchim e Charolês, atribuiu a pior maciez da carne de zebuínos e do Canchim em relação ao Charolês aos maiores diâmetros médios de fibra e feixes de fibras musculares e às menores proporções de colágeno solúvel nas amostras de carne de múscu-

los *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus*. Restle et al. (1997) verificaram 3,91 mg de colágeno por grama de músculo em animais 5/8Hereford (H) 3/8N e 3,70 mg/g em animais H.

Whipple et al. (1990) constataram que a carne de zebuínos apresenta, em sua estrutura, maior concentração de calpastatina, que atua como inibidor das enzimas proteolíticas do grupo calpaína, o que contribui para a menor maciez da carne deste genótipo em relação aos taurinos (Koohmaraie et al., 2003). Rubensam et al. (1998) verificaram aumento nos teores de calpastatina, à medida que aumentou a participação de sangue zebuino no cruzamento, tendo acompanhamento da força de cisalhamento, no primeiro dia de maturação, porém no décimo dia de maturação as diferenças nos teores de calpastatina desapareceram, enquanto a carne dos animais com maior grau de sangue zebu continuou menos macia.

Um dos objetivos do cruzamento entre as raças Charolês e Nelore é a combinação, em animais mestiços, das características de deposição de gordura do Nelore e de musculosidade e maciez da raça Charolês. Na análise de contrastes, em que se compararam os animais mestiços com os puros Charolês ou Nelore, percebeu-se que o cruzamento originou animais mestiços superiores ao Charolês em porcentagem de gordura e quantidade total de músculos na carcaça e inferiores em porcentagem de músculo e relação

Tabela 4 - Coeficientes de correlação entre as características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos

Table 4 - Correlation coefficients among carcass and meat characteristics of steers from different genetic groups

Característica <sup>1</sup> Trait <sup>1</sup>	GOR	OSS	COR	TEX	MAR	MAC	WBS	PAL	SUC	QDE	QCO
MUS	-0,88*	-0,06	0,19	-0,01	0,20**	0,18	-0,12	0,05	0,15	0,08	0,02
GOR		-0,42*	-0,22*	-0,06	-0,10	-0,04	0,01	0,06	-0,02	-0,15	-0,07
OSS			0,11	0,13	-0,18	-0,27*	0,23*	-0,23*	-0,24*	0,17	0,11
COR				-0,01	-0,03	-0,15	0,20**	0,04	0,14	0,09	0,19**
TEX					0,27*	0,01	-0,15	0,09	0,16	0,09	-0,16
MAR						0,31*	-0,09	0,20	0,04	-0,12	0,03
MAC							-0,59*	0,34*	0,34*	-0,12	-0,21*
WBS								0,12	-0,33*	-0,01	0,59*
PAL									0,43*	0,12	-0,02
SUC										0,01	-0,46*
QDE											0,09

\* P<0,05 e \*\* P<0,10.

\* P< .05 and \*\* P< .10.

<sup>1</sup> MUS = porcentagem de músculo na carcaça, GOR = porcentagem de gordura na carcaça; OSS = porcentagem de osso na carcaça, TEX = textura, MAR = marmoreio, WBS = força de cisalhamento, PAL = palatabilidade, SUC = suculência, QDE = quebra ao descongelamento e QCO = quebra à cocção

<sup>1</sup> MUS = carcass muscle percentage, GOR = carcass fat percentage, OSS = carcass bone percentage, COR = color, TEX = texture, MAR = marbling, MAC = tenderness, WBS = shear force, PAL = palatability, SUC = juiciness, QDE = thawing loss and QCO = cooking loss.

músculo/osso na carcaça e grau de marmoreio na carne, sem prejudicar as características organolépticas da carne. Com relação ao Nelore, os mestiços foram superiores na quantidade total dos tecidos, porcentagem de músculo, relação músculo/osso e relação músculo + gordura/osso e inferiores na porcentagem de osso na carcaça. Foram superiores ainda no grau de marmorização e maciez da carne.

### Conclusões

A heterose acompanhou a oscilação do grau de heterozigose para os valores absolutos dos tecidos que compõem a carcaça.

O cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore produziu animais nas gerações avançadas com carne mais macia que a média dos puros.

O cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore originou animais mestiços superiores ao Charolês em porcentagem de gordura e quantidade total de músculos na carcaça e inferiores em porcentagem de músculo e relação músculo/osso na carcaça e grau de marmoreio na carne. Com relação ao Nelore, os mestiços foram superiores na quantidade total dos tecidos, porcentagem de músculo, relação músculo/osso, relação músculo + gordura/osso no grau de marmoreio e maciez da carne e inferiores na porcentagem de osso na carcaça.

### Literatura Citada

- BARBER, K.A.; WILSON, L.L.; ZIEGLER, P.J.L. et al. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. II. Empty body composition, energetic efficiency and comparison of compositionally similar body weights. **Journal of Animal Science**, v.53, n.4, p.898-907, 1981.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. et al. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v.67, n.10, p.2661-2668, 1989.
- DeROUEN, S.M.; FRANKE, D.E.; BIDNER, T.D. et al. Two-, three-, and four-breed rotational crossbreeding of beef cattle: Carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3665-3676, 1992.
- DI MARCO, O. **Crescimento de vacunos para carne**. Mar del Plata: Balcare, 1998. 245p.
- FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com diferentes proporções de grão de aveia e grão de sorgo no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2024-2035, 2002.
- FERRAZ, J.B.S. Propostas para implementação de um programa de pesquisa em cruzamentos de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2003, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2003 CD ROM.
- GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. et al. Breed effects, retained heterosis, and estimated of genetic and phenotypic parameters for carcass and meat traits of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.5, p.1174-1183, 1994.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C.:USDA (Technical Bulletin, USDA n.926). 1946. 21p.
- KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Beef cattle breed resource utilization. **Revista Brasileira de Genética**, v.51, n.3, p.55-80, 1989.
- KOGER, M. Effective crossbreeding systems utilizing zebu cattle. **Journal of Animal Science**, v.50, n.6, p.1213-1220, 1980.
- KOOHMARAIE, M.; VEISETH, E.; KENT, M.P. et al. Understanding and managing variation in meat tenderness. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Palestras...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, CD ROM.
- MARSHALL, D.M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.10, p.2745-2755, 1994.
- MARSHALL, T.T.; HARGROVE, D.D.; OLSON, T.A. Heterosis and additive breed effects on feedlot and carcass traits from crossing Angus and Brown Swiss. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1332-1339, 1987.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.
- MÜLLER, L. Técnicas para determinar la composición de la canal. **Memoria de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, p.75, 1973.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriment of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 232p.
- NORMAN, G.A. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in south-east Brazil: Part 3 – Meat quality. **Meat Science**, v.6, n.2, p.79-96, 1982.
- PEROBELLI, Z.V.; MULLER, L.; RESTLE, J. Estudo da qualidade das carcaças e da carne de vacas de descarte de dois grupos genéticos. **Ciência Rural**, v.24, n.3, p.613-616, 1994.
- PEROTTO, D. ABRAHÃO, J.J.S., MOLETTA, J.L. et al. Histórico e resultados de pesquisa em cruzamentos *Bos taurus x Bos indicus* no Noroeste do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2003, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2003 CD ROM.
- PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; CUBAS, A.C. Características quantitativas da carcaça de bovinos Charolês, Caracu e cruzamentos recíprocos terminados em confinamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.1, p.117-124, 2000.
- RESTLE, J. **Upgrading versus rotational crossbreeding for genetic improvement of a beef cattle population**. Gainesville: University of Florida, 1983. Thesis (Doctor in Animal Science) – University of Florida, 1983.
- RESTLE, J.; FATURI, C.; BERNARDES, R.A.C. et al. Efeito do grupo genético e da heterose na composição física e nas

- características qualitativas da carcaça e da carne de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1378-387, 2002 (suplemento).
- RESTLE, J.; FELTEN, H.G.; VAZ, F.N. et al. Efeito da raça e heterose para qualidade da carcaça e da carne de novilhos terminados em confinamento. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 14, 1995, Mar del Plata, **Memorias...** Balcare: ALPA, 1995. n.3-4, p.854-856, 1995.
- RESTLE, J.; KEPLIN, L.A.S.; VAZ, F.N. et al. Qualidade da carne de novilhos Charolês confinados e abatidos com diferentes pesos. **Ciência Rural**, v.26, n.3, p.463-466, 1996.
- RESTLE, J.; ROCHA, J.B.T.; FLORES, J.L.C. et al. Qualidade da carne de animais Hereford e suas cruzas com Nelore, abatidos aos quatorze meses. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.196-198.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J.F.P.; BARCELLOS, J.O.J.; KESSLER, A.M. (Eds.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: Edipucrs, 1999. p.141-167.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N. Tendências de mercado e entraves tecnológicos para a cadeia produtiva da carne bovina. In: MELLO, N.A.; ASSMANN, T.S. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. Pato Branco: IAPAR/CEFET, 2002. p.167-188.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; PACHECO, P.S. Uso de animais zebuínos em cruzamentos de bovinos de corte no Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2003, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2003, CD ROM.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B. et al. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.
- RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência da Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.405-409, 1998.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS'S User's Guide**. Cary: 1997. 1052p.
- SHERBECK, J.A.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G. et al. Feedlot performance, carcass traits, and palatability traits of Hereford and Hereford Brahman steers. **Journal of Animal Science**, v.73, n.12, p.3613-3620, 1995.
- SHORTHOSE, W.R., HARRIS, P.V. Effects of growth and composition on meat quality. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. **Growth regulation in farm animals: advances in meat research**. New York: Elsevier Science Publishers, p.515-556, 1991.
- SLANGER, W.D.; MARCHELLO, M.J.; DANIELSON, R.B. et al. Muscle tenderness, other carcass traits and the effect of crossbreeding on these traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.61, n.6, p.1402-1410, 1985.
- URICK, J.J.; PAHNISH, O.F.; KNAPP, B.W. et al. Comparison of two- and three-way rotational crossing, beef x beef and beef x brown swiss composite breed production: Postweaning growth and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.67, n.10, p.2603-2618, 1989.
- VAZ, F.N. **Cruzamento alternado das raças Charolês e Nelore: Características de carcaça e da carne de novilhos abatidos aos dois anos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1999.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J. Ganho de peso antes e após os sete meses no desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos charolês abatidos aos dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.699-708, 2003
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D. et al. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.518-525, 2001.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; VAZ, R.Z. et al. Efeitos de raça e heterose na composição física da carcaça e na qualidade da carne de novilhos da primeira geração de cruzamento entre Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.376-386, 2002 (Suplemento).
- WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; et al. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV):carcass traits and *Longissimus* palatability. **Journal of Animal Science**, v.74, n.5, p.1023-1035, 1996.
- WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. et al. Characterization of different biological types of steers (Cycle IV): wholesale, subprimal, and retail product yields. **Journal of Animal Science**, v.75, n.9, p.2389-2403, 1997.
- WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E. et al. Evaluation of attributes that affect *Longissimus muscle* tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p.2716-2728, 1990.

Recebido em: 27/05/04

Aceito em: 23/02/05