



## Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces<sup>1</sup>

Waldmaryan Bianchini<sup>2</sup>, Antônio Carlos Silveira<sup>3</sup>, André Mendes Jorge<sup>4</sup>, Mário De Beni Arrigoni<sup>5</sup>, Cyntia Ludovico Martins<sup>6</sup>, Érico Rodrigues<sup>2</sup>, Janaína Conte Hadlich<sup>2</sup>, Cristiana Andrighetto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Parte da Dissertação da primeira autora apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ/UNESP-Botucatu-SP.

<sup>2</sup> Pós-Graduação em Zootecnia pela FMVZ/UNESP/Botucatu-SP. Bolsista CAPES.

<sup>3</sup> DMNA/FMVZ/UNESP - Botucatu-SP.

<sup>4</sup> DPEA/FMVZ/UNESP - Botucatu - SP. Pesquisador CNPq.

<sup>5</sup> DMNA/FMVZ/UNESP - Botucatu - SP. Pesquisador CNPq.

<sup>6</sup> Pós-Doutoranda pela FMVZ/UNESP - Botucatu - SP. Bolsista FAPESP.

**RESUMO** - Objetivou-se estudar o efeito das diferentes proporções de sangue Simental e Nelore sobre as características da carcaça e da carne de bovinos superprecoces. Foram utilizados 72 bovinos jovens inteiros (18 Nelore; 18 ½ Simental × Nelore; 18 Simbrasil e 18 Simental), com 8 meses de idade e 250 kg PV médio inicial. Os animais foram desmamados aos 8 meses de idade em sistema *creep-feeding* e posteriormente confinados durante 150 dias até atingirem o peso de abate, acima de 465 kg, e abatidos em frigorífico comercial. Os valores de pH e temperatura durante o resfriamento das carcaças foi semelhante para todos os grupos genéticos. Da mesma forma, as variáveis carcaça fria, dianteiro e traseiro, não apresentaram diferenças entre os grupos genéticos. Os cortes foram bastante homogêneos, com excessão do contrafilé e do filé-mignon, que foram maiores nos animais Simental. Os animais da raça Nelore e ½ Simental apresentaram maior força de cisalhamento (4,98 e 4,45 kgf) em relação aos Simental e Simbrasil (3,13 e 3,33 kgf). No entanto, após a maturação da carne durante sete dias, não se constataram diferenças entre os valores de maciez entre os grupos. As perdas por evaporação e gotejamento foram maiores na carne *in natura* para os animais Simental e Simbrasil, no entanto, aos sete dias de maturação se tornaram semelhantes. O sistema de produção de bovinos superprecoces produz carcaças e cortes semelhantes entre as diferentes raças estudadas. Aos sete dias de maturação, a maciez da carne de animais Nelore foi semelhante à dos demais grupos genéticos utilizados neste estudo.

Palavras-chave: cortes comerciais, força de cisalhamento, Nelore, pH, Simental

## Effect of genetic group on carcass traits and fresh and aged beef tenderness from young cattle

**ABSTRACT** - The aim of this work was to study the effect of the different proportions of blood Simmental and Nelore on meat and carcass characteristics of bovine young bulls. Seventy two young bulls were used (18 Nelore; 18 ½ Simmental x Nelore; 18 Simbrasil and 18 Simmental), with medium age of 8 months and with average 250 kg LW initial. The animals were weaned at 8 months of age in system *creep-feeding* and later confined for 150 days until they reach the slaughter weight above 465 kg and slaughtered in commercial abattoir. The pH values and temperature during carcass cooling was similar for all of the genetic groups. In the same way, the variables cold carcass, forequarter and hindquarter, did not show any differences among the genetic groups. The beef cuts were quite homogeneous, excepting the strip loin and the tenderloin that were larger perceptually for Simmental. The Nelore and ½ Simmental breeds presented larger shear force (4.98 and 4.45 kgf) than Simmental and Simbrasil (3.13 and 3.33 kgf). However, after the meat ageing for 7 days, no differences were verified among the groups for tenderness values. The losses by evaporation and leaking were higher for non aged Simmental and Simbrasil beef cuts; however, seven days of ageing those losses showed no differences. The system of production of young bulls bovines produces carcasses and cuts similar among the different breed studied. With seven days of maturation Nelore meat tenderness was similar to the other genetic groups used in this study.

Key Words: commercial cuts, Nelore, pH, shear force, Simmental

### Introdução

No Brasil, a maciez da carne bovina é muito importante na comercialização do produto. Atualmente, mais de 80%

do rebanho, composto de 195,5 milhões de cabeças (Anualpec, 2005), é constituído de bovinos com genótipo *Bos indicus*, que, pela sua rusticidade e alta resistência à temperatura tropical e aos

parasitos, se adaptaram bem às condições brasileiras de manejo.

Vários autores determinaram relação positiva entre a maior porcentagem de genes *Bos indicus*, de origem indiana no animal e diminuição na maciez da carne maturada (Wheeler et al., 1995; Moletta & Restle, 1996; Gesualdi et al., 2000; Restle et al., 2003), comprovando que animais com menos de 25% de genes *Bos indicus* apresentavam a mesma característica de carne, no *postmortem*, dos animais *Bos taurus*.

Nos últimos anos, pesquisas em produção animal têm apontado várias alternativas para a terminação de animais em idade jovem, entre elas, o confinamento, com grande adoção entre os produtores, que passaram a usar esta tecnologia a partir do grande volume de informações produzidas em universidades e institutos de pesquisa brasileiros sobre a composição da dieta a ser usada (Restle & Vaz, 2003).

Entre os fatores *antemortem* que comprovadamente atuam sobre a maciez da carne, destacam-se raça ou genótipo, alimentação, idade, sexo, aplicação de promotores de crescimento e manejo pré-abate. Entre os fatores *postmortem*, destacam-se aqueles inerentes ao abate industrial, como o resfriamento e a velocidade de redução do pH muscular, uma vez que o frio interfere diretamente nos processos bioquímicos *postmortem* responsáveis pela transformação de músculos em carne (Felício, 1997; White et al., 2006).

O resfriamento de carcaças dos animais domésticos é empregado primeiramente para assegurar a segurança do alimento e para maximizar a vida útil do produto, com menos ênfase em fatores como a manutenção da maciez e da cor da carne (White et al., 2006). No entanto, as circunstâncias do resfriamento fazem parte de um ponto de controle crítico do sistema e, portanto, outros fatores podem ser mais importantes que aqueles que afetam a satisfação de consumidor direto do produto (Savell et al., 2005).

Existem muitos processos bioquímicos e eventos estruturais que ocorrem nas primeiras 24 horas após o abate, quando o músculo se converte em carne (Koohmaraie, 1995). Nesse período, ocorre forte impacto do pH e consequentemente a maciez e a cor da carne específicas de cada espécie iniciam o processo de resfriamento, resultando em efeitos negativos ou positivos na qualidade do produto final (Savell et al., 2005).

Enquanto as mudanças bioquímicas ocorridas no músculo após a morte estão bastante esclarecidas, a relação entre essas mudanças e a variação na maciez da carne permanece confusa e requer maior atenção (Maher et al., 2004).

Normalmente, o pH muscular decresce de 7,0 logo após o abate até aproximadamente 5,3 a 5,8 após o resfriamento, de modo que a redução de pH durante o resfriamento ocorre

entre 6 e 12 horas e completa até 18 a 40 horas após o abate (Savell et al., 2005). De acordo com Luchiari Filho (2000), a redução do pH se deve à utilização das reservas de glicogênio e à sua transformação em ácido lático, por meio do processo de glicólise anaeróbica. O controle de pH é importante, pois está relacionado à cor, à maciez, à textura e à capacidade de retenção de água da carcaça. Além disso, o tempo necessário para a carne atingir o pH final varia de acordo com a espécie animal, a temperatura e velocidade de resfriamento e o nível de atividades que antecedem o abate (Rodbotten et al., 2004; Li et al., 2006).

Este estudo foi realizado com o objetivo de estudar o efeito das diferentes proporções de sangue Simental e Nelore sobre as características da carcaça e da carne de bovinos jovens criados no sistema de produção superprecoce.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Confinamento experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Campus de Botucatu. Para este estudo foram confinados 72 bovinos jovens, machos não-castrados das raças: 18 Nelore; 18 ½ Nelore × Simental; 18 Simental e 18 Simbrasil.

Os animais foram distribuídos ao acaso nas baias em grupos de seis, de acordo com a raça, e foram alimentados com dietas formuladas segundo normas do NRC (1996), nível 2, para ganhos de pesos médios diários estimados de 1,50 kg. As dietas continham 16% de PB, 74% de NDT ou 1,14 mcal/kg de MS, com relação volumoso:concentrado de 21:79 na MS (Tabela 1).

Após 137 dias de confinamento, os animais foram abatidos ao atingirem peso final mínimo de 450 kg e espessura de gordura subcutânea (EGS) mínima de 3,5 mm monitoradas

Tabela 1 - Composição da dieta utilizada no experimento  
Table 1 - Diet composition used in the experiment

Ingrediente <i>Ingredient</i>	% MS % DM
Feno de <i>coastcross</i> ( <i>Coastcross hay</i> )	21
Silagem de milho ( <i>Corn silage</i> )	8
Silagem de milho úmido ( <i>High-moisture corn silage</i> )	46
Caroço de algodão ( <i>Cottonseed</i> )	8
Núcleo mineral ( <i>Mineral mix</i> ) <sup>1</sup>	17

<sup>1</sup> Composição do concentrado Nutrumin: 42,2% polpa cítrica, 29,2% farelo de mandioca, 13,4% farelo de soja, 11,9% protenose, 2,6% núcleo mineral<sup>2</sup>, 0,7% uréia e 0,02% rumensin.

<sup>2</sup> Composição do núcleo mineral: (por kg de produto): 180 g de Ca, 130 g de P, 1.250 mg de Cu, 5.270 mg de Zn, 2.000 mg de Mn, 100 mg de Co, 90 mg I, 15 mg Se, 2.200 mg de Fe, 1.300 mg de F.

<sup>1</sup> *Composição of the concentrate Nutrumin: 42.2% citric pulp, 29.2% cassava meal, 13.4% soybean meal, 11.9% protenose, 2.6% mineral nucleus<sup>2</sup>, 0.7% urea and 0.02% rumensin.*

<sup>2</sup> *Composition of the mineral nucleus: (for product kg): 180 g of Ca, 130 g of P, 1,250 mg of Ass, 5,270 mg of Zn, 2,000 mg of Mn, 100 mg of Co, 90 mg I, 15 mg I, 2,200 mg of Fe, 1,300 mg of F.*

por ultra-som. Os animais foram transportados um dia antes do abate e, no local do abate, foram mantidos em curral de concreto durante 24 horas em jejum de sólidos com acesso apenas a água.

O abate dos animais foi realizado em frigorífico comercial, segundo o fluxo normal do frigorífico. Durante o resfriamento das carcaças, foram monitoradas as temperaturas da câmara de resfriamento e a temperatura interna dos seguintes músculos: *biceps femoris* (coxão duro), *Longissimus dorsi* (contrafilé) e *Supraspinatus* (paleta) e o índice pH nos mesmos pontos da carcaça nos tempos 2, 8, 16 e 24 horas após o abate.

Após o resfriamento das carcaças por 24 horas, foram coletados os pesos de carcaça fria, dianteiro e traseiro e, posteriormente, durante a desossa, foram obtidos os pesos dos músculos do quarto traseiro: *Semimembranosus* (coxão mole), *Gluteos medios* (alcatra), *Quadriceps femoris* (patinho), *Semitendinosus* (lagarto), *Psoas major* (filémignon) e *Biceps femoris* (coxão duro). As amostras do músculo *Longissimus dorsi* com osso na região da 11<sup>a</sup> a 13<sup>a</sup> costelas das meias-carcaças esquerdas de cada animal também foram coletadas após o resfriamento. Cada amostra foi dividida em três tempos: dia zero (carne *in natura* - 24 horas de resfriamento), e dias 7 e 14 de maturação. As amostras foram identificadas, embaladas a vácuo em sacos plásticos especiais Intervac<sup>®</sup> (Nylon Poli, com cinco camadas com alta barreira – coextrusão multicamadas) e congeladas em freezer (-20°C). Completado este período, as amostras foram descongeladas por 24 horas, sob refrigeração de 4°C.

Após as 24 horas, as amostras do tempo zero foram retiradas do resfriamento e colocadas em temperatura ambiente até atingirem a temperatura interna de 5°C; em seguida, foram assadas em forno elétrico pré-aquecido a 170°C. Para monitorar a temperatura interna, foi utilizado um termoacoplador no centro geométrico de cada amostra ligado em termômetro digital. As amostras foram viradas quando atingiram 42°C e retiradas do forno ao atingirem 70°C de temperatura interna. Em seguida, foram mantidas em temperatura ambiente até atingirem temperatura interna de 24°C (Wheeler et al., 1995). Do interior de cada amostra retiraram-se oito cilindros para quantificação da força de cisalhamento por meio do aparelho *Warner-Bratzler Shear Force* (WBSF).

As perdas na cocção foram determinadas de acordo com Abularach et al. (1998), calculadas pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção e expressas em porcentagem.

Para verificar as diferenças entre os grupos genéticos e as medidas das variáveis obtidas, de maciez, carcaça,

cortes comerciais e tempo de maturação da carne, foram realizadas análises estatísticas pelo procedimento GLM (General Linear Model) do Sistema de Análise Estatística, SAS (1996) e comparadas as médias dos quadrados mínimos pelo teste Tukey (P<0,01).

Os dados de pH e temperatura nos diferentes tempos foram ajustados utilizando-se a função exponencial:

$$Y_{(t)} = A_{(u)} + (A_{(i)} - A_{(u)}) e^{-kt} \text{ (Eq. A)}$$

em que  $Y_{(t)}$  é pH ou temperatura no tempo  $t$ ;  $A_{(u)}$ , pH ou temperatura final;  $A_{(i)}$ , pH ou temperatura inicial;  $K$ , constante exponencial de redução; e  $t$ , temperatura.

## Resultados e Discussão

Os grupos genéticos não diferiram (P<0,05) quanto à redução do pH e da temperatura os músculos estudados (Figuras 1A, 1B e 1C). Hwang & Thompson (2001) estudaram a influência da aplicação de estimulação elétrica e diferentes temperaturas em novilhos cruzados Angus × Hereford (22 meses) e constataram a criação de variações independentes nos valores de pH e na redução da temperatura ( $r = -0,02$ ). No entanto, Rees et al. (2003), em pesquisa com suínos, notaram influência no pH na estimulação elétrica.

Bruce (2004), monitorando o pH de 371 bovinos (Angus, Hereford, Shorthorn, Belmont Red, Santa gertrudis e Brahman, machos e fêmeas puros e cruzados), utilizou equação exponencial semelhante à utilizada neste estudo e não encontrou resultados confiáveis para descrever temperatura, mas valores bastante aceitáveis para predição de pH, no entanto, não encontrou diferenças entre as raças estudadas. Neste estudo, o grupo genético não teve efeito (P>0,05) sobre os valores de pH e de temperatura dentro dos parâmetros estudados.

Os valores de temperatura coletados duas horas após o abate no *Longissimus dorsi* foram bastante inferiores aos encontrados nos demais músculos (*Supraespinatus* e *Biceps femoris*), comprovando que o resfriamento inicial foi mais rápido nesta região da carcaça (Tabela 2). Esses valores, no entanto, foram semelhantes entre si após 24 horas de resfriamento, portanto, apesar do resfriamento inicial mais rápido, o pH final do contrafilé não foi afetado quando comparado aos valores de pH dos outros músculos (*Supraespinatus* e *Biceps femoris*) em 24 horas de resfriamento. Pullen (1977) explicou este fato destacando os fatores extrínsecos que influenciam a queda de pH no músculo, que são a localização anatômica e a profundidade do músculo.

Guinot et al. (1994) observaram variação na redução do pH conforme a profundidade do músculo. Músculos como *Semimembranosus*, *Adductor* e *Biceps femoris*

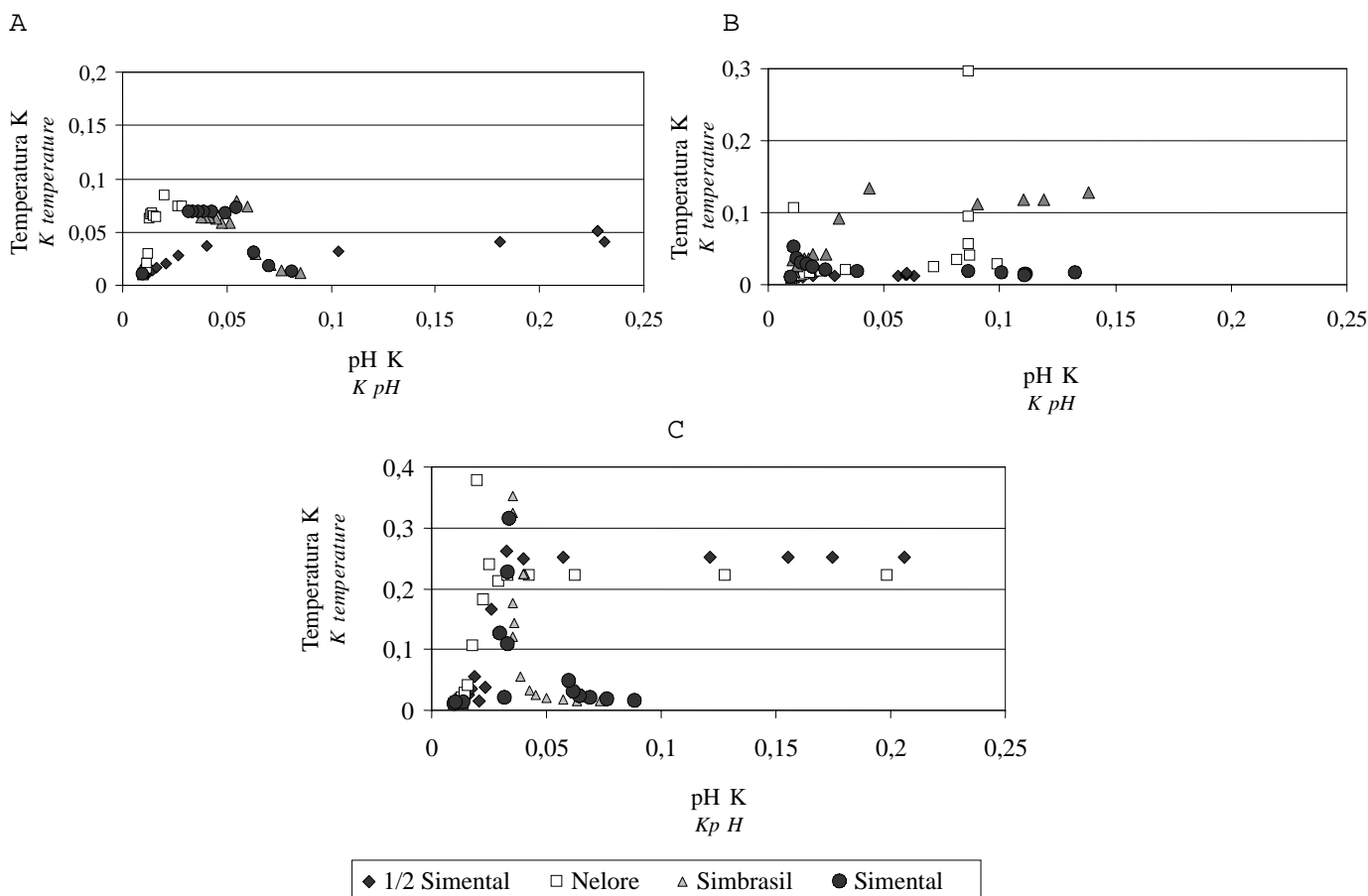


Figura 1 - Distribuição do decréscimo das constantes de pH (pH K) e temperatura (Temperatura K) no músculo *Supraespinatus* (A), *Biceps femoris* (B) *Longissimus dorsi* (C) de bovinos de quatro grupos genéticos.

Figure 1 - Distribution of exponential decay constants of pH (K pH) and temperature (K temperature) of *Supraespinatus* (A) *biceps femoris* (B), *Longissimus dorsi* muscle (C) from cattle of four genetic group.

apresentaram queda de pH mais rápida a uma profundidade de 8 cm em comparação a 5 e 1,5 cm, o que pode explicar algumas diferenças entre os valores obtidos, pois o músculo *Longissimus dorsi*, durante o resfriamento da carcaça, é mais acessível para coleta, o que facilita a introdução mais profunda do termômetro e do potenciômetro.

Li et al. (2006) encontraram correlação logarítmica entre pH e temperatura no músculo *Longissimus dorsi* ao compararem animais eletricamente estimulados (com baixa e alta voltagem) e não estimulados e confirmaram que o declínio de pH das carcaças depende da variação da temperatura da carcaça. Portanto, as carcaças com rápido resfriamento apresentaram maior variação na queda do pH em relação às resfriadas de forma convencional.

Aferri (2003) não encontrou diferenças 1 hora e 24 horas após o abate entre os valores de pH e temperatura monitorados no músculo *Longissimus dorsi* de animais mestiços (Simental, Nelore, Brangus). Esse autor obteve temperaturas de 36,61 a 37,53°C e valores de pH de 6,48

a 6,53 ao coletar logo após o abate (1 hora). Neste estudo, os valores encontrados no *Biceps femoris* e no *Supraespinatus* foram similares, mas diferiram dos obtidos por esse autor para o mesmo músculo *Longissimus dorsi*, provavelmente em razão da diferença no tempo de coleta (1 hora), pois é um músculo com resfriamento mais rápido, uma vez que está mais exposto ao frio em comparação aos demais (*Supraespinatus* e *Biceps femoris*) durante o resfriamento.

Os valores finais de temperatura encontrados (*Supraespinatus* = 9,43°C; *Biceps femoris* = 11,13°C; *Longissimus dorsi* = 7,35°C) (Tabela 2) diferiram dos encontrados por Aferri (2003), que obteve médias de 3,13°C e 2,98°C finais na carcaça.

Os valores de temperatura atingidos neste estudo foram suficientes para a redução de pH adequada durante o resfriamento, em torno de 5,5 e 5,8 para o pH 24 horas *postmortem* (Felício, 1997; Luchiarri Filho, 2000; Savell et al., 2005).

Tabela 2 - pH e temperatura nos tempos 2 horas e 24 horas (pH final) após o abate nos músculos *Biceps femoris* (coxão duro), *Longissimus dorsi* (contrafilé) e *Supraspinatus* (paleta) de bovinos de quatro grupos genéticosTable 2 - pH and temperature 2 and 24 hours (final pH) after slaughter in *biceps femoris*, *Longissimus dorsi* and *supraspinatus* muscles from cattle of four genetic group

Músculo <i>Muscle</i>	Tempo (horas) <i>Time (hours)</i>	Grupo genético <i>Genetic group</i>			
		Nelore <i>Nellore</i>	½ Nelore × Simental <i>½ Nellore × Simmental</i>	Simbrasil	Simental <i>Simmental</i>
pH					
<i>Supraespinatus</i>	2	5,90a	6,18a	6,29a	6,15a
	24	5,55a	5,54a	5,63a	5,69a
<i>Biceps femoris</i>	2	5,81a	6,08a	6,35a	6,24a
	24	5,58a	5,56a	5,78a	5,64a
<i>Longissimus dorsi</i>	2	6,08a	6,06a	6,15a	6,25a
	24	5,53a	5,56a	5,67a	5,73a
Temperatura ( <i>temperature</i> )					
<i>Supraespinatus</i>	2	36,68a	36,61a	36,11a	33,28a
	24	7,92a	10,05a	8,69a	9,43a
<i>Biceps femoris</i>	2	36,83a	36,95a	36,28a	34,64a
	24	11,47a	12,12a	11,17a	11,13a
<i>Longissimus dorsi</i>	2	20,48a	25,31a	26,01a	23,28a
	24	5,12a	6,12a	6,07a	7,35a

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.  
Means within a row with different letters differ ( $P < 0,05$ ) by Tukey test.

Uma vez que neste experimento não foram encontradas variações entre as curvas de pH e temperatura entre os quatro grupos genéticos analisados, as médias foram agrupadas resultando em uma única curva para cada músculo estudado.

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os grupos genéticos para as variáveis pesos de carcaça fria, de dianteiro e de traseiro (Tabela 3), o que evidencia a diminuição das diferenças entre raças em sistemas que permitem a produção de animais mais homogêneos.

De acordo com Owens et al. (1993) e Wheeler et al. (1995), este fato pode ser explicado pelo fato de animais jovens, em fase de crescimento, apresentarem menores diferenças de composição de ganho de peso e conseqüentemente de carcaça. No entanto, Lema (2001), também estudando animais jovens Nelore e Nelore cruzados (Simental), obteve diferenças para os animais cruzados com maiores pesos de contrafilé em relação aos Nelore puros, fato relevante, uma vez que o peso das carcaças constitui o principal ponto crítico de controle da indústria frigorífica, pois afeta diretamente a produtividade industrial e as condições comerciais (Hassen et al., 1998).

Estudando novilhos em fase de crescimento, May et al. (1992) observaram pouca relação nos índices de rendimento de carcaça, cortes cárneos e ganho de peso diário com o peso de abate e o início de maturação da carcaça, ao

avaliarem bovinos jovens de diferentes tamanhos à maturidade. Como neste estudo, o ganho de peso médio diário dos animais Simental diferenciou-se dos demais, com valor de 1,67 kg/dia ( $P < 0,05$ ), os animais Nelore apresentaram menor ganho (1,06 kg/dia). Neste caso os valores de ganho de peso e peso de carcaça fria acompanharam os valores encontrados para peso final (peso de abate), ou seja, os animais Simental apresentaram os maiores valores de peso de carcaça fria (280,33 kg) e também maiores ganhos de peso médio diários (1,67 kg).

Chardulo et al. (1998) observaram pesos e rendimentos de carcaça de bovinos mestiços Simental × Nelore abatidos aos 12 meses de idade semelhantes aos encontrados neste estudo. Esses autores observaram ainda pouca variação nas características de carcaça nos diferentes grupos genéticos quando submetidos a este sistema intensivo de produção.

Pode-se constatar que o peso dos cortes comerciais coxão mole, coxão duro, alcatra e patinho, avaliados neste estudo, não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), com exceção do filé mignon, que apresentou maior peso ( $p < 0,05$ ) para o grupo Simental, e contrafilé, que também foi mais pesado para animais Simental e ½ Nelore x Simental. O peso do lagarto foi superior ( $P < 0,05$ ) para o grupo Simbrasil, seguido pelo Nelore, sendo semelhante para animais ½ Nelore x Simental e Simental. Diferenças menos expres-

sivas foram encontradas para os cortes picanha e músculo traseiro, que apresentaram menores pesos para a raça Nelore, não se evidenciando, porém, diferenças das demais raças entre si. Este fato é de grande relevância, pois denota que é possível a produção de cortes provenientes de animais

zebuínos com semelhante qualidade aos de animais taurinos.

Os cortes cárneos que apresentaram diferenças foram provenientes dos animais como maior grau de sangue Simental, que tiveram maiores pesos de contrafilé, filé-

Tabela 3 - Pesos relativos à última pesagem – peso final, peso de carcaça fria, peso de dianteiro, peso de traseiro, rendimento de carcaça, gordura peri-renal de bovinos de quatro grupos genéticos

Table 3 - Relative weights at the last weighed – final weight, cold carcass weight, forequarter weight, hindquarter weight, dressing, kidney and pelvic fat from cattle of four genetic group

Item	Grupo genético				CV (%)
	Nelore <i>Nellore</i>	½ Nelore × Simental <i>½ Nellore × Simmental</i>	Simbrasil	Simental <i>Simmental</i>	
Peso abate (kg) <i>Final weight</i>	477,42a	500,16a	487,83a	519,67a	2,88
Carcaça fria (kg) <i>Cold carcass</i>	260,42a	268,22a	265,16a	280,33a	8,42
Rendimento carcaça (%) <i>Dressing</i>	54,5a	53,6a	54,4a	53,9a	2,96
Dianteiro (kg) <i>Forequarter</i>	51,14a	56,12a	56,17a	56,21a	4,04
Dianteiro (%) <i>Forequarter</i>	19,6a	20,1a	21,2a	20,0a	
Traseiro (kg) <i>Hindquarter</i>	49,98a	56,73a	54,26a	56,03a	3,54
Traseiro (%) <i>Hindquarter</i>	19,2a	21,1a	20,5a	20,0a	
Gordura peri-renal (kg) <i>Kidney, renal and pelvic fat</i>	8,28a	6,22b	6,14b	5,5c	20,59
Gordura peri-renal (%) <i>Kidney, renal and pelvic fat</i>	3,18a	2,32b	2,31b	1,96c	

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem (P<0.05) pelo teste Tukey.  
Means within a row with different letters differ (P<0.05) by Tukey test.

Tabela 4 - Cortes comerciais de bovinos de quatro grupos genéticos

Table 4 - Commercial cuts from cattle of four genetic group

Corte comercial <i>Commercial cut</i>	Grupo genético				CV (%)
	Nelore <i>Nellore</i>	½ Nelore × Simental <i>½ Nellore × Simmental</i>	Simbrasil	Simental <i>Simmental</i>	
Coxão mole (kg) ( <i>Topside</i> )	7,85a	7,80a	7,86a	7,84a	4,73
Coxão mole (%) ( <i>Topside</i> )	3,01	2,91	2,96	2,80	
Coxão duro (kg) ( <i>Outside flat</i> )	4,80a	4,08a	4,92a	5,18a	5,03
Coxão duro (%) ( <i>Outside flat</i> )	1,84	1,52	1,85	1,85	
Picanha (kg) ( <i>Rump cap</i> )	1,66b	1,78a	1,82a	1,93a	11,61
Picanha (%) ( <i>Rump cap</i> )	0,64	0,66	0,69	0,69	
Alcatra (kg) ( <i>Rump heart</i> )	4,38a	4,71a	4,84a	5,23a	6,70
Alcatra (%) ( <i>Rump heart</i> )	1,68	1,76	1,82	1,86	
Patinho (kg) ( <i>Knuckle</i> )	4,72a	5,06a	5,05a	5,34a	4,62
Patinho (%) ( <i>Knuckle</i> )	1,81	1,86	1,90	1,90	
Músculo traseiro (kg) ( <i>Shank</i> )	3,59b	4,24a	4,29a	4,48a	5,43
Músculo traseiro (%) ( <i>Shank</i> )	1,38	1,58	1,62	1,60	
Contrafilé (kg) ( <i>Strip loin</i> )	2,89b	3,76a	2,85b	3,62a	13,32
Contrafilé (%) ( <i>Strip loin</i> )	1,11	1,40	1,07	1,29	
Filé-mignon (kg) ( <i>Tenderloin</i> )	1,88b	2,13ab	1,84b	2,50a	11,27
Filé-mignon (%) ( <i>Tenderloin</i> )	0,72	0,79	0,69	0,89	
Lagarto (kg) ( <i>Eye round</i> )	2,18b	1,51c	3,28a	1,44c	12,67
Lagarto (%) ( <i>Eye round</i> )	0,84	0,56	1,24	0,51	

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem (P<0.05) pelo teste Tukey.  
Means within a row with different letters differ (P<0.05) by Tukey test.

Tabela 5 - Força de cisalhamento e perdas na cocção do músculo *Longissimus dorsi* na carne fresca e maturada durante 7 e 14 dias de bovinos de quatro grupos genéticosTable 5 - Shear force and cooking loss of *Longissimus dorsi* on fresh and aged meat during 7 and 14 days from cattle of four genetic group

Tempo (dias) Time (days)	Grupo genético Genetic group				Média Mean
	Nelore Nellore	½ Nelore × Simental ½ Nellore × Simmental	Simbrasil	Simental Simmental	
Força de cisalhamento (kgf) - Carne <i>in natura</i> Shear force - fresh meat					
0	4,98aA	4,45aB	3,13b	3,33bA	3,97A
Força de cisalhamento (kgf) - Carne maturada Shear force - aged meat					
7	3,07aB	2,97aB	2,36aAB	2,49aB	2,72B
14	2,83aB	2,49aB	2,26aB	2,54aB	2,53B
Perdas por cocção (%) Cooking loss					
0	23,33bA	19,25aB	27,31aA	26,21aA	24,98A
7	15,56bA	23,14aA	23,36aA	22,06A	22,06aA
14	16,25bA	12,47bB	26,69aA	28,23aA	20,91A

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, nas colunas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.Means within a row with different small letters differ ( $P < 0,05$ ) by Tukey test.Means within a column with different capital letters differ ( $P < 0,05$ ) by Tukey test.

mignon e lagarto (Tabela 4). O peso do filé-mignon nos animais puros Simental foi superior ( $P < 0,05$ ) ao de todos os outros grupos. Os grupos raciais Simental e ½ Simental apresentaram maiores valores ( $P < 0,05$ ) de contrafilé e não diferiram entre si, mas diferiram dos demais grupos genéticos ( $P < 0,05$ ), o que era previsível se consideradas as características de maior crescimento muscular da raça Simental.

A semelhança entre a maioria dos cortes comerciais avaliados neste estudo confirma a utilização de diferentes grupos genéticos neste sistema intensivo de produção e a viabilidade de produção de cortes comerciais satisfatórios, mesmo com a utilização de animais zebuínos.

As perdas por evaporação e gotejamento no dia zero foram maiores ( $P < 0,05$ ) nas raças Simbrasil e Simental (Tabela 5), o que não ocorreu aos sete dias de maturação. Aos sete dias, as perdas foram menores e os animais Nelore apresentaram as menores perdas. Aos 14 dias, o comportamento das perdas foi semelhante ao encontrado no dia zero, no entanto, em menor intensidade (Tabela 5), o que denota que a maturação de sete dias favorece a diminuição da quantidade de perdas durante a cocção da carne.

Whipple et al. (1990) também encontraram diferenças entre os grupos genéticos Nelore, Simental, Hereford e ½ Hereford para perdas no cozimento do músculo *Longissimus dorsi*, mas, ao maturarem a carne, verificaram diminuição da diferença na quantidade de perdas entre as raças. Uma vez que neste estudo foram analisados animais bastante jovens, previam-se valores altos de perdas, tanto de

gotejamento quanto de evaporação, em razão da maior quantidade de água no corpo desses animais em comparação aos mais velhos. No entanto, Hadlich (2004), em estudo com animais Nelore, ½ Nelore × Simental e ½ Nelore × Aberdeen Angus, não encontrou diferenças entre os valores de perdas por evaporação e gotejamento para animais de 12 e 24 meses. Também verificou semelhança entre os valores de perdas totais para esses grupos genéticos nessas diferentes idades.

Assim, os valores de perdas neste estudo não foram fatores negativos para a produção de carne de animais jovens nesse sistema de produção, pois foram semelhantes aos encontrados para animais de 24 meses (Hadlich, 2004).

Os valores médios de força de cisalhamento (Tabela 5) estão na faixa aceitável de maciez, inferior a 5 kgf. A carne dos animais Nelore apresentou maior força de cisalhamento no dia zero ( $P < 0,05$ ) em comparação aos Simental e Simbrasil e não diferiu ( $P > 0,05$ ) da carne dos ½ Simental × Nelore. Esses resultados corroboram relatos de Koohmaraie et al. (1996) de que 46% das variações na maciez da carne decorrem da genética do animal, fenômeno relacionado à atividade das calpastatinas que em 24 horas *postmortem*, é maior nos animais *Bos indicus*. Aos sete dias de maturação, essas diferenças se atenuaram e os valores se tornaram semelhantes, o mesmo observado quando se realizou a maturação por 14 dias.

Mandell et al. (1997) também encontraram diferenças na força de cisalhamento entre os grupos genéticos quando compararam bovinos Simental e Hereford. No entanto,

essas diferenças só foram amenizadas maturando-se a carne durante 14 dias. O mesmo fato foi constatado por Monsón et al. (2004) em estudo com animais jovens das raças French Limousin, Blond d'Aquitaine, Old Brown Swiss.

No entanto, Klont et al. (2000) sugeriram que 30% da variação na maciez da carne entre as raças pode ser explicada pelos efeitos genéticos aditivos, no entanto, 70% é explicada pelo meio e por efeitos genéticos não aditivos. Portanto, a maciez pode ser aumentada significativamente quando fatores ambientais são controlados como estresse, resfriamento, condições de cozimento, ou o próprio processo de maturação, são controlados.

O processo de maturação afeta diretamente a força de cisalhamento e caracteriza decréscimo significativo nos valores de força de cisalhamento por meio do processo de maturação (French et al., 2001; Monsón et al., 2004), portanto, é uma alternativa eficiente para a resolução das diferenças individuais na maciez e entre grupos genéticos e idades dos animais, promovendo um produto mais homogêneo para o consumidor e aumentando seu valor no mercado (Monsón et al., 2004).

Existe a possibilidade de produzir carne macia mesmo com animais com alta porcentagem de genótipo *Bos indicus*, aliado a um sistema de produção com animais jovens, uma vez que as diferenças em maciez encontradas na carne *in natura* inexistiram quando foram submetidas a sete dias de maturação.

Os resultados encontrados neste estudo corroboram os de estudos anteriores (Morales et al., 2003; Hadlich, 2004), nos quais sete dias de maturação foram suficientes para eliminar as diferenças genéticas refletidas na maciez da carne de animais zebuínos.

## Conclusões

O sistema de produção de bovinos superprecoces possibilita a produção de carcaças e cortes comerciais homogêneos com cobertura de gordura uniforme, independentemente da raça, o que possibilita resfriamento adequado em diferentes pontos da carcaça, não prejudicando a maciez do produto final.

Animais Nelore possuem carne menos macia em comparação aos Simental e mestiços Nelore × Simental, no entanto, essas diferenças na carne dos animais Nelore desaparecem com a maturação da carne durante sete dias.

## Literatura Citada

- ABULARACH, M.L.S.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- AFERRI, G.; LEME, P.R.; SILVA, S.L. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1651-1658, 2005.
- ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2005. 340p.
- BRUCE, H.L. A note on the suitability of an exponential equation to characterize pH decline corrected for muscle temperature in bovine muscle early post mortem. **Meat Science**, v.66, p.507-512, 2004.
- CHARDULO, L.A.L.; SILVEIRA, A.C.; FURLAN, L.R. et al. Efeito da somatotropina bovina recombinante no desempenho e nas características químicas da carne de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.2, p.205-212, 1998.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e *post mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos agrários "Luis de Queiroz", 1997. p.79-97.
- FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J. et al. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. **Meat Science**, v.57, p.379-386, 2001.
- GESUALDI JR., A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1467-1473, 2000.
- GUINOT, F.; TOURAILLE, C.; OUALLI, A. et al. Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. **Meat Science**, v.37, p.315-325, 1994.
- HADLICH, J.C. **Metodologias de análise de maciez como parâmetro de qualidade de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos e idades**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2004. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2004.
- HASSEN, A.; WILSON, D.E.; WILLHAM, R.L. et al. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: assessment of accuracy and repeatability. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, p.277-285, 1998.
- KLONT, R.E.; BARNIER, V.M.H.; van DIJK, A. et al. Effects of rate pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1845-1851, 2000.
- KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Heritabilities and genetic, environmental, and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implication in selection programs. **Journal of Animal Science**, v.55, p.1319-1325, 1982.
- LEMA, A.C.F. **Produção e qualidade de carcaças de bovinos terminados em confinamento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2001.
- LI, C.B.; CHEN, Y.J.; XU, X.L. et al. Effects of low-voltage electrical stimulation and rapid chilling on meat quality characteristics of Chinese Yellow crossbred bulls. **Meat Science**, v.72, n.1, p.9-17, 2006.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. Nova Odessa: Limbife - Laboratório de Análises de carne, 2000. 140p.
- MANDELL, I.B.; GULLETT, E.A.; WILTON, J.W. et al. Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition and palatability attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. **Livestock Production Science**, v.49, p.235-248, 1997.
- MAHER, S.C.; MOLONEY, A.P.; MULLEN, A.M. et al. Decreasing variation in the eating quality of beef through homogenous pre- and post-slaughter management. **Meat Science**, v.67, p.33-43, 2004.
- MAY, S.G.; MIES, W.J.; EDWARDS, J.W. et al. Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle



- score, and external fatness. **Journal of Animal Science**, v.70, p.2431-2445, 1992.
- MOLETTA, J.L.; RESTLE, J. Influência do grupo genético sobre características qualitativas da carne de novilhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.866-875, 1996.
- MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, v.68, p.595-602, 2004.
- MORALES, D.C.; CHARDULO, L.A.L.; SILVEIRA, A.C. et al. Características de qualidade de carne de bovinos de corte de diferentes tamanhos à maturidade submetidos ao sistema superprecoce. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.137-146, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138, 1993.
- PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2.ed. Goiânia: Editora UFG, 2001. 623p.
- PULLEN, A.H. The distribution and relative size of fiber types in the extensor digitorum longus and soleus muscle in the adult rat. **Journal of Anatomy**, v.123, p.467-486, 1977.
- REES, M.P.; TROUT, G.R.; WARNER, R.D. The influence of rate of pH decline in the rate of ageing for pork. II Interaction with chilling temperature. **Meat Science**, v.65, p.805-818, 2003.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; BERNARDES, R.A.L.C. et al. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.345-350, 2003.
- ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2000. 202p.
- RODBOTEN, M.; KUBBEROD, E.; LEA, P. et al. A sensory map of the meat universe. Sensory profile of meat from 15 species. **Meat Science**, v.68, p.137-144, 2004.
- RÜBENSAM, J.M.; MONTEIRO, E.M. **Maciez e atividade de calpastatina em carne bovina**. Bajé: CPPSul/EMBRAPA, 2000. 53p. (Documentos, 28).
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide: statistics**, version 6. 4.ed. Cary, 1996. 168p.
- SAVELL, J.W.; MUELLER, S.L.; BAIRD, B.E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, v.70, p.449-459, 2005.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Official United States standards for grades of carcasses beef**. Washington, D.C.: Agricultural Marketing Service, 1997.
- WHEELER, T.L.; KOHMARAI, M.; SHACKELFORD, S.D. [1995]. **Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for meat tenderness measurement** [Online]. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/54380530/protocols/ShearForceProcedures.pdf>>. Acesso em: 25/8/2007.
- WHIPPLE, G.; KOHMARAI, 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, p.2716-2728, 1990.
- WHITE, A.; O'SULLIVAN, A.; TROY, D.J. et al. Manipulation of the pre-rigor glycolytic behavior of bovine *M. longissimus dorsi* in order to identify causes of inconsistencies in tenderness. **Meat Science**, v.73, n.1, p.151-156, 2006.

Recebido: 6/2/2006  
Aprovado: 5/6/2007