

Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos

Patrícia Maria Ribeiro Campos Pereira⁽¹⁾, Marcos Franke Pinto⁽²⁾,
Urbano Gomes Pinto de Abreu⁽³⁾ e Jorge Antonio Ferreira de Lara⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Cidade Universitária, s/nº, Caixa Postal 549, CEP 79070-900 Campo Grande, MS. E-mail: patriciacampospereira@hotmail.com ⁽²⁾Universidade Estadual Paulista, Departamento de Apoio à Produção e Saúde Animal, Rua Clóvis Pestana, nº 793, Jardim Dona Amélia, Caixa Postal 341, CEP 16050-680 Araçatuba, SP. E-mail: mpinto@fmva.unesp.br ⁽³⁾Embrapa Pantanal, Rua 21 de Setembro, nº 1.880, Caixa Postal 109, CEP 79320-900 Corumbá, MS. E-mail: urbano@cpap.embrapa.br, jorge@cpap.embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de carcaça, características físico-químicas e de qualidade de carne de novilhos machos superprecoces. Foram avaliados três grupos raciais com 8 animais Nelore (N), 18 ¼ Aberdeen Angus ½ Nelore (AN) e 18 ½ Limousin ¼ Aberdeen Angus ¼ Nelore (LAN), com idade entre 7,5 e 11,5 meses no início do experimento, abatidos após 143 dias de confinamento. Os animais AN apresentaram maior peso ao abate, ganho médio diário de peso, peso de carcaça e comprimento de carcaça; os animais LAN apresentaram maior rendimento de carcaça e área de olho de lombo. Os animais LAN apresentaram 72% de carcaças convexas, enquanto 83% das carcaças dos animais AN e 100% das carcaças dos animais N foram classificadas como subconvexas. Os grupos LAN e AN não apresentaram diferença significativa nos valores de força de cisalhamento, o que indica a possibilidade de utilização da proporção de 50% do genótipo *Bos indicus* sem prejuízo para a maciez da carne. As características de carcaça e carne dos animais dos grupos genéticos NA, LAN e N estão em conformidade com as especificações de consumo e adequadas para abate aos 15 meses de idade, o que viabiliza o sistema de produção de novilhos superprecoces.

Termos para indexação: Aberdeen Angus, confinamento, cruzamento, Limousin, Nelore, qualidade de carcaça.

Carcass characteristics and beef quality of young bulls from three genetic groups

Abstract – The objective of this work was to evaluate carcass parameters, physicochemical characteristics and quality of meat of young bulls. Three genetic groups with 8 Nelore (N), 18 ¼ Aberdeen Angus ½ Nelore (AN), and 18 ½ Limousin ¼ Aberdeen Angus ¼ Nelore (LAN) animals, with ages varying between 7.5 and 11.5 months at the beginning of the experiment, slaughtered after 143 days of confinement, were evaluated. AN animals were heavier at slaughter and showed higher average daily weight gain, higher hot carcass weight and carcass length; LAN animals had higher carcass yield and rib-eye area. LAN animals showed 72% convex carcasses, while 83% of AN and 100% of N carcasses were classified as subconvex. LAN and AN meat showed no significant difference ($p>5\%$) in shear force values, which indicates the possibility of use of 50% of *Bos indicus* genotypes without loss of meat tenderness. The carcass and meat characteristics of the AN, LAN and N genetic groups comply with market specifications and are adequate for slaughter at 15 months of age, which makes the system for production of young bulls viable.

Index terms: Aberdeen Angus, feedlot, crossbreeding, Limousin, Nelore, carcass quality.

Introdução

A terminação de animais jovens não era de interesse dos pecuaristas até recentemente, pois resultava em carcaças mais leves (Restle & Vaz, 1997), normalmente penalizadas pelos frigoríficos, que questionavam o padrão de acabamento dessas carcaças. Como os custos de produção são mais elevados, a atividade só se

justifica se houver uma diferenciação do produto, com relação ao preço, pelas indústrias frigoríficas.

Animais precoces e com alta taxa de maturação têm exigência de manutenção menor do que animais de grande porte, mas normalmente apresentam exigências nutricionais mais elevadas para garantir rápidos períodos de intenso crescimento e engorda. Portanto, o aumento da eficiência de produção requer identificação

de genótipos mais adequados para ambientes de produção específicos (Santos et al., 2002).

A utilização de cruzamentos para a produção de carne de qualidade superior vem crescendo à medida que ocorre a expansão, intensificação e modernização dos sistemas de produção, buscando a redução da idade de abate, o aumento do ganho de peso e de musculosidade das carcaças com maior eficiência biológica e o incremento das propriedades funcionais. Perotto et al. (2000) consideraram que o aumento de peso e a melhoria da qualidade das carcaças estão entre os benefícios do cruzamento entre *Bos taurus* e *Bos indicus*.

Nos diversos continentes, que têm características climáticas e geográficas e culturas alimentares distintas, não há uma única raça que tenha todos os atributos necessários para a produção eficiente de carne de qualidade superior. Há uma grande variação no desempenho das diferentes raças quanto à capacidade produtiva em relação à sua adaptação e, por conta da complementaridade de características desejáveis de cada raça, o cruzamento entre raças pode ser potencialmente favorável na composição de carcaça e na qualidade da carne (Burrow et al., 2001).

A composição corporal e a quantidade de carne produzida na carcaça têm importância fundamental na determinação da eficiência biológica. Conhecendo-se esses fatores para animais de diferentes tamanhos, em relação à maturidade e à taxa de crescimento, é possível otimizar os recursos alimentares para cada genótipo, ponto crítico para a eficiência do processo de produção de bovinos superprecoces.

O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de carcaça e características físico-químicas e de qualidade da carne de bovinos machos de três grupos genéticos em sistema de produção de animais superprecoces.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Cachoeirão, localizada no Município de Bandeirantes, MS (19°57'33"S, 54°5'49"W), com temperatura média anual de 24°C e índice pluviométrico anual de 2.200 mm. Foram utilizados 44 bovinos inteiros, 8 da raça Nelore (N), 18 animais cruzados ½ Aberdeen Angus ½ Nelore (AN) e 18 animais cruzados ½ Limousin ¼ Aberdeen Angus ¼ Nelore (LAN), nascidos na própria fazenda, com idade entre 7,5 e

11,5 meses no início do experimento. Os animais foram mantidos nas mesmas condições de criação, em pastagens de braquiária (*Urochloa decumbens*), suplementados por meio de cocho privativo até o desmame, e seguiram posteriormente para o sistema de confinamento, onde foram mantidos por 143 dias no mesmo piquete e sob o mesmo manejo nutricional.

No início do experimento, os animais N, AN e LAN apresentaram pesos médios de 299,86, 299,51 e 292,99 kg, respectivamente. Os animais foram pesados mensalmente durante o período experimental antes de serem alimentados pela manhã.

Durante os primeiros 25 dias de confinamento, os animais receberam uma dieta com 55% de matéria seca (MS), 63% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 2,27 Mcal kg⁻¹ de energia metabolizável (EM), 12,4% de proteína bruta (PB), 22% de fibra em detergente neutro (FDN) e 6,2% de extrato etéreo (EE), na quantidade aproximada de 10 kg por dia por animal. A partir do 26º dia, foi fornecida uma dieta com 58% de MS, 52% de NDT, 2,23 Mcal kg⁻¹ de EM, 11,7% de PB, 20% de FDN e 5,8% de EE, na quantidade de 13 kg por dia por animal até o 50º dia, 15 kg por dia por animal, do 51º ao 90º dia, e 16 kg por dia por animal até o final do experimento.

Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia. O consumo da ração foi avaliado por meio de verificação visual das sobras no cocho, e foram feitos ajustes quando as sobras foram maiores que 1 kg ou inexistentes.

Após 143 dias de confinamento, os animais foram pesados na fazenda, no momento do embarque para o frigorífico. O abate foi realizado no frigorífico Friboi localizado em Campo Grande, MS, de acordo com as normas e exigências do Serviço Inspeção Federal do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Nas primeiras 24 horas após o abate, os valores de pH e temperatura foram monitorados a cada 3 horas no músculo *longissimus dorsi*.

A avaliação das carcaças foi feita com determinação do peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), espessura de gordura (EG), comprimento de carcaça (CC), medido entre a borda cranial da primeira costela e a borda cranial do púbis (Boggs & Merkel, 1984), e área de olho do lombo (AOL), medida na secção transversal do músculo *longissimus dorsi* à altura da décima segunda costela. Também na superfície desse corte do músculo *longissimus dorsi*,

foram atribuídos escores para a distribuição da gordura de cobertura da carcaça, que variou entre 1 (escassa) e 3 (uniforme), e para o grau de marmorização da carne, que variou entre “traços” e “abundante”, de acordo com a metodologia sugerida por Müller (1987).

Em seguida, foram retiradas quatro amostras do músculo *longissimus dorsi*, com cerca de 2,5 cm de espessura cada uma, as quais foram identificadas e embaladas a vácuo em sacos de polietileno e congeladas a -18°C até a realização das análises laboratoriais.

As amostras de carne foram submetidas à determinação do teor de umidade, residuo mineral fixo, proteína (Association of Official Analytical Chemists, 1995) e gordura (Folch et al., 1957).

Para determinação do comprimento do sarcômero, foi usada a técnica histoquímica de NADH-TR (nicotinamida adenina dinucleotídeo – tetrazólio redutase) de acordo com a metodologia proposta por Fernandes et al. (2006). Uma suspensão proteica em solução 1,0 mol L⁻¹ de KCl foi analisada em microscópio óptico acoplado a um sistema de digitalização e análise de imagens, sob aumento de 1.000x. Foram realizadas pelo menos cinco medições em campos diferentes para cada amostra, e os resultados expressam a distância média entre duas linhas Z adjacentes, em micrômetros.

A maciez das amostras foi avaliada instrumentalmente pela determinação da força de cisalhamento em texturômetro TAXT2 equipado com célula de cisalhamento tipo Warner Bratzler. As amostras foram descongeladas em estufa BOD a 4°C e cozidas em forno com temperatura constante de 170°C até atingirem 70°C internamente. Após serem resfriadas à temperatura ambiente, foram embaladas em filme de plástico e mantidas em estufa BOD por 12 horas a 4°C. Para a análise, foram utilizados pelo menos seis cilindros de 1,27 cm de diâmetro, retirados no sentido longitudinal das fibras. A velocidade empregada foi de 5 mm s⁻¹, e os resultados dos picos de força foram expressos como força de cisalhamento, em quilograma (Poste et al. 1993).

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três grupos genéticos, com cada animal representando uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se o procedimento GLM (SAS Institute, 2005) por meio do modelo estatístico: $y = \mu + PI + R + DNC + \varepsilon$, em que: y é a

variável dependente; μ é o efeito médio global; PI é a covariável peso inicial no confinamento; R é o grupo genético; DNC é a covariável dias de vida do animal entre nascimento e entrada no confinamento, e ε é o erro experimental supostamente distribuído de forma idêntica, independente, com distribuição de média zero e variância σ^2 .

As médias das variáveis peso inicial no confinamento (PI), peso ao final do confinamento (PF), ganho médio diário (GMD), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), espessura de gordura (EG), comprimento de carcaça (CC), área de olho do lombo (AOL) e distribuição de gordura de cobertura (DGC) foram comparadas pelos testes t de Student e qui-quadrado, a 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo para a variável. Dentro de cada grupo genético, foi calculada a correlação de Pearson entre as variáveis, a 5% de probabilidade.

Para avaliar a influência do tempo (3, 6, 9, 12, ..., 24 horas) sobre a resposta do pH e da temperatura, foram ajustadas regressões polinomiais quadráticas por meio do procedimento MIXED do SAS, com teste dos parâmetros da regressão por meio da metodologia de Littell et al. (1996).

Resultados e Discussão

A média de peso dos animais, ao final do confinamento, e o ganho médio diário (GMD) nesse período, diferiram significativamente entre os grupos genéticos (Tabela 1). O grupo ½ Aberdeen Angus ½ Nelore apresentou o melhor desempenho, seguido pelo grupo ½ Limousin ¼ Aberdeen Angus ¼ Nelore. O grupo Nelore apresentou a menor média em relação a essas características. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2009), ao avaliar os grupos genéticos Caracu, ½ Caracu ¼ Angus ¼ Nelore, ½ Red Angus ¼ Caracu ¼ Nelore e Nelore. Segundo Arrigoni et al. (2004), vários trabalhos sobre o desempenho de bovinos cruzados, oriundos de zebuínos e europeus, verificaram maior taxa de crescimento e melhor aproveitamento dos alimentos em animais com maior percentagem de sangue europeu, principalmente ao se utilizar bovinos da raça Aberdeen Angus no cruzamento.

Cruz et al. (2004), ao avaliar animais Nelore e cruzados confinados aos 12 meses de idade por aproximadamente 120 dias, obtiveram valores médios

de 468,25 kg para os animais cruzados e de 400,30 kg para os do grupo Nelore, e atribuíram o resultado ao PI do grupo Nelore no início do confinamento (213 kg), baixo para atingir o peso necessário de acabamento. Os resultados do presente trabalho reforçam e complementam essa conclusão, visto que os animais Nelore iniciaram com PI de 299,86 kg e terminaram com 473,37 kg (Tabela 1), peso suficiente para serem classificados como novilhos precoces – peso acima de 380 kg, além de outros parâmetros de acabamento e conformação de carcaça.

A média de rendimento de carcaça do grupo $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore foi superior à dos outros grupos, que não diferiram entre si. Como resultado, apesar da média de peso final (PF) dos animais $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore ter sido superior à do grupo $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore, as médias de PCQ não diferiram entre esses dois grupos, enquanto o grupo Nelore apresentou a menor média (Tabela 1).

Todas as carcaças apresentaram a espessura mínima de gordura de cobertura exigida pelos frigoríficos, entre 3 e 6 mm, sem diferença entre os grupos raciais e com boa distribuição de gordura na avaliação visual, com médias entre 2,5 a 2,75 em uma escala de 1 a 3 (Tabela 1). Os animais $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore apresentaram a menor média, diferindo significativamente dos outros dois grupos. Esse resultado pode ser atribuído à influência da raça Limousin, também evidenciada por Wheeler et al. (2005), ao observar que a espessura de gordura de animais de raças britânicas é maior que a de animais de origem europeia continental de mesma idade. As médias observadas demonstram a boa capacidade

de acabamento da raça Nelore na produção de novilhos superprecoces.

O grupo $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore apresentou a maior AOL e diferiu significativamente dos outros (Tabela 1). A média de $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore foi superior à da raça Nelore, o que demonstra o efeito positivo do cruzamento para o aumento da musculabilidade, em conformidade com as observações de Sugisawa et al. (2006) que, ao trabalhar com animais superprecoces cruzados, concluíram que há uma correlação negativa entre EG e as percentagens de traseiro e AOL, fato também observado neste experimento e evidenciado pelos resultados de conformação muscular: 72,22% com conformação convexa (C), 27,78% com conformação subconvexa (SC), seguidos dos animais AN com 16,66% de carcaças C e 83,34% de carcaças SC, e do grupo Nelore, com 100% de carcaças SC.

O comprimento de carcaça diferiu significativamente entre os grupos genéticos, sendo que o grupo $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore apresentou a maior média e estimativa de correlação significativa entre PF e CC e PCQ e CC. Esses resultados são compatíveis com os de Müller (1987), que afirmou que o comprimento de carcaça está altamente correlacionado com o peso de carcaça e peso dos cortes de maior valor econômico e que, em carcaças de comprimento e acabamento semelhantes, as de maior peso apresentam melhor conformação e melhor proporção entre partes comestíveis e ossos. Os grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore, $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore e Nelore apresentaram estimativas de correlação positiva significativa entre PF x GMD, PF x PCQ e GMD x PCQ (Tabela 2).

Tabela 1. Médias±erros-padrão do peso inicial no confinamento, peso ao final do confinamento, ganho médio diário (GMD), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), espessura de gordura (EG), comprimento de carcaça (CC), área de lombo (AOL) e distribuição de gordura de cobertura (DGC) em três grupos genéticos de novilhos⁽¹⁾.

Avaliações	Nelore (n = 8)	$\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore (n = 18)	$\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore (n = 18)
Peso inicial (kg)	299,86±4,77	299,51±2,95	292,99±3,18
Peso final (kg)	473,37±7,55c	512,15±4,69a	495,29±5,11b
GMD (kg)	1,23±0,05c	1,50±0,33a	1,39±0,04b
PCQ (kg)	257,45±5,09b	279,04±3,17a	278,73±3,45a
RC (%)	54,38±0,51b	54,46±0,32b	56,30±0,34a
EG (mm)	4,14±0,51	4,26±0,32	3,39±0,35
CC (m)	1,32±0,01b	1,38±0,08a	1,34±0,01b
AOL (cm ²)	63,82±2,59c	73,10±1,61b	80,29±1,75a
AOL/100 kg PCQ	23,12±1,14c	26,83±0,71b	29,22±0,77a
DGC ⁽²⁾	2,74a	2,75a	2,50b

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Escala de 1 a 3: 1, gordura escassa; 2, gordura presente, mas mal distribuída; 3, gordura uniforme.

Todas as amostras apresentaram escores baixos para marmoreio. Considerando a escala de traços a abundante, 5,55% das amostras dos grupos $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram pequena quantidade e 94,45% apresentaram apenas traços. Do grupo Nelore, 100% receberam o escore traços, o que foi confirmado pela análise físico-química da gordura intramuscular, cujas médias variaram entre 1,19 e 1,28% para todos os grupos. Além da gordura intramuscular, os grupos genéticos também não diferiram entre si ($p>0,05$) quanto à composição centesimal do músculo *longissimus dorsi*, para os teores de umidade (75,57%), matéria seca (24,41%), cinzas (1,08%) e proteína (22,20%)

As médias de pH final da carne dos animais dos três grupos ficou entre 5,67 e 5,76, valores normais para bovinos (Lawrie, 2005). Dois animais do grupo $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore apresentaram pH final elevado, de 6,14 e 6,50, o que aumentou a média do grupo, que vinha mantendo-se semelhante às médias observadas nos outros dois. O pH 6 tem sido considerado como linha divisória para a carne escura, consistente e não exsudativa (Lawrie, 2005), e

seu aumento pode ser causado por fatores estressantes pré-abate, aos quais os animais inteiros são mais susceptíveis (Vaz et al., 2001), ou por fator genético (Lefaucheur, 2006).

As equações de regressão ajustadas para pH e temperatura em razão do tempo após o abate estão expressas nas Figura 1. Os animais do grupo Nelore apresentaram uma queda de pH e temperatura significativamente diferente ($p\leq 0,05$) dos grupos $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore, os quais não diferiram entre si ($p>0,05$) pelo teste MIXED do SAS. Situação similar foi encontrada por Heinemann et al. (2003), observar maior velocidade de queda da temperatura em carcaças mais leves, ao trabalhar com diferentes faixas de peso ao abate, e atribuíram a menor eficiência de dissipação de calor à cobertura de gordura e musculabilidade dos animais mais pesados.

White et al. (2006) observaram que a carne com pH entre 5,9–6,2 tende a ser consistentemente macia 3 horas após o abate se o encurtamento pelo frio for evitado e que o estabelecimento do *rigor mortis* em temperaturas de aproximadamente 10 a 18°C resulta

Tabela 2. Estimativas de correlação, dentro de cada grupo genético de novilhos, entre peso ao final do confinamento (PF), ganho médio diário (GMD), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), espessura de gordura (EG), distribuição de gordura de cobertura (DGC), comprimento de carcaça (CC) e área de olho de lombo (AOL).

Correlação	$\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore (n = 18)	$\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore (n = 18)	Nelore (n = 8)
PF x GMD	0,899*	0,752*	0,845*
PF x PCQ	0,949*	0,777*	0,860*
PF x RC	0,313	-0,164	0,121
PF x EG	0,223	0,063	-0,086
PF x DGC	-0,420	0,127	0,807*
PF x CC	0,564*	0,425	0,405
PF x AOL	0,310	-0,061	0,293
GMD x PCQ	0,832*	0,619*	0,779*
GMD x RC	0,218	-0,066	0,193
GMD x EG	0,220	0,232	0,188
GMD x DGC	-0,409	0,156	0,615
GMD x CC	0,349	0,367	0,152
GMD x AOL	0,437	0,078	0,196
PCQ x RC	0,597*	0,493*	0,610
PCQ x EG	0,098	-0,200	0,076
PCQ x DGC	-0,473*	0,022	0,757*
PCQ x CC	0,530*	0,322	0,019
PCQ x AOL	0,256	0,203	0,458
RC x EG	-0,264	-0,400	0,270
RC x DGC	-0,350	-0,142	0,212
RC x CC	0,166	-0,084	-0,599
RC x AOL	-0,011	0,405	0,442
EG x DGC	0,200	0,495*	-0,038
EG x CC	-0,129	-0,126	-0,214
EG x AOL	0,128	-0,023	0,309
DGC x CC	-0,485*	-0,039	0,601
DGC x AOL	-0,242	0,212	0,410
CC x AOL	0,046	-0,363	-0,112

*Significativo a 5% de probabilidade. AN, $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore; LAN, $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore; N, Nelore.

em carne mais macia, o que concorda com os resultados encontrados neste trabalho para os grupos $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore.

O grupo $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore apresentou pH 6,0 a uma temperatura aproximada de 19°C, e o grupo $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore, a uma temperatura de 20°C, ambos com curva de queda de pH mais rápida. O grupo Nelore apresentou pH 6 a uma temperatura de 9°C, no intervalo de ocorrência de encurtamento pelo frio. Considerando que não houve diferença entre as médias de comprimento de sarcômero entre os três grupos estudados, a ocorrência desse fenômeno não foi demonstrada (Tabela 3).

Thompson et al. (2006) concluíram que a taxa glicolítica é influenciada pelas reservas de glicogênio. Altas concentrações iniciais de glicogênio, como as

observadas em animais que permaneceram por longos períodos em confinamento, resultam em declínio rápido do pH, independentemente do efeito da temperatura causado por carcaças mais pesadas, como foi observado nos animais dos grupos $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore.

A força de cisalhamento foi influenciada pelo fator racial (Tabela 3). As médias de força de cisalhamento da carne dos animais $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore não diferiram entre si, e foram significativamente menores que a média do grupo Nelore.

Koohmaraie et al. (2003) afirmam que aproximadamente 46% das variações na maciez da carne bovina são devido à genética do animal quando o estudo é realizado entre raças diferentes. Deve ser considerado, ainda, o efeito (potencial genético) individual de cada animal (King et al., 2006). O processo de maturação de até 14 dias para o amaciamento da carne dos animais do grupo Nelore é eficiente para alcançar patamares desejáveis de maciez, conforme demonstrado por Hadlich et al. (2006).

A lâmina da célula de Warner-Bratzler padrão SMS utilizada neste trabalho possui espessura de 3 mm, ao passo que a espessura da lâmina padrão Warner-Bratzler (WB) é de 0,04 polegada, que equivale a aproximadamente 1,02 mm. A espessura maior da lâmina pode influenciar o valor da força máxima de cisalhamento, conforme reportado por Silva et al. (1999), que verificaram uma maior sensibilidade da lâmina padrão WB para detectar as diferenças na textura da carne.

Considerando que as médias de comprimento de sarcômero não diferiram entre os grupos raciais, os maiores valores de força de cisalhamento podem ser atribuídos a outros fatores, como idade ou diferença na atividade enzimática, que parece ser influenciada pela composição racial dos animais. Stolarski et al. (2006), em trabalho com animais cruzados Angus e Brahman, também verificaram que o tipo racial pode influenciar a

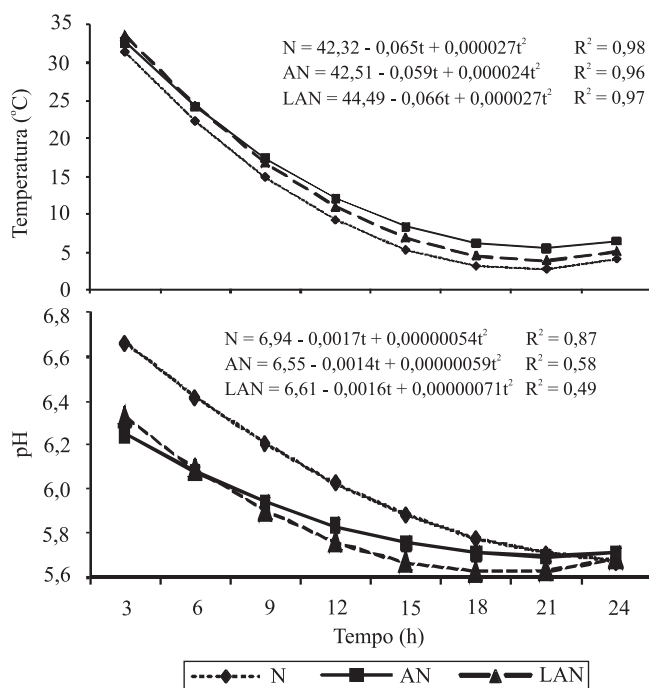


Figura 1. Curvas do pH da carne e das temperaturas das carcaças de três grupos genéticos de novilhos durante as primeiras 24 horas post-mortem. N, Nelore; AN, $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore; LAN, $\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore.

Tabela 3. Médias±erros-padrão para comprimento de sarcômero e força de cisalhamento de três grupos genéticos⁽¹⁾.

Grupo genético	Comprimento de sarcômero (µm)			Força de cisalhamento (kg)		
	Média	Vmín	Vmáx	Média	Vmín	Vmáx
Nelore	2,14±0,16a	1,98	2,41	10,02±0,75b	7,90	12,36
$\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore	2,04±0,16a	1,76	2,29	8,82±0,44a	5,49	11,10
$\frac{1}{2}$ Limousin $\frac{1}{4}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{4}$ Nelore	2,10±0,18a	1,88	2,51	7,63±0,48a	2,83	11,13

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade. Vmín, valor mínimo; Vmáx, valor máximo.

maciez, devido à diferença muscular, em parte ligada à taxa de maturação e à atividade de calpastatina.

Conclusões

1. Os animais dos grupos genéticos ½ Aberdeen Angus ½ Nelore, ½ Limousin ¼ Aberdeen Angus ¼ Nelore e Nelore apresentam peso e características de carcaças satisfatórias para serem abatidos aos 15 meses de idade, o que viabiliza o sistema de produção de novilhos superprecoces.

2. Os animais Nelore apresentam bom desempenho para peso final de carcaça, rendimento de carcaça e espessura de gordura, o que é favorável para a produção de animais precoces.

3. Os grupos genéticos ½ Aberdeen Angus ½ Nelore e ½ Limousin ¼ Aberdeen Angus ¼ Nelore apresentam superioridade aos Nelore na maioria dos parâmetros avaliados, o que aponta para a superioridade dos dois primeiros grupos genéticos para produção de animais superprecoces e com carne mais macia.

4. A introdução da raça Limousin na composição racial melhora o rendimento de carcaça e diminuiu a deposição de gordura de cobertura.

Agradecimentos

Ao Frigorífico Friboi, pela disponibilização das instalações e recursos humanos; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro; ao Dr. Sérgio Raposo, da Embrapa Gado de Corte, pela cooperação na avaliação de carcaças; à Fazenda Cachoeirão, pela cessão dos animais para realização do experimento.

Referências

ARRIGONI, M. de B.; ALVES JÚNIOR, A.; DIAS, P.M.A.; LUDOVICO, C.; CERVIERI, R. da C.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N. de; CHARDULO, L.A.L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1033-1039, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 16th ed. Arlington: AOAC, 1995. 200p.

BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A. **Live animal evaluation and selection manual**. 2nd ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1984. 215p.

BURROW, H.M.; MOORE, S.S.; JOHNSTON, D.J.; BARENDSE, W.; BINDON, B.M. Quantitative and molecular genetic

influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.893-919, 2001.

CRUZ, G.M. da; TULLIO, R.R.; ESTEVES, S.N.; ALENCAR, M.M. de; CORDEIRO, C.A. Peso de abate de machos não-castrados para produção do bovino jovem. 2. Peso, idade e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.646-657, 2004.

FERNANDES, J.M.P.F.G.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; ALMEIDA, A.P. da S.; ABREU, U.G.P. de; LARA, J.A.F. de. Encurtamento pelo frio de fibras musculares oxidativas de bovinos pela técnica de NADH-TR. **Ciência Rural**, v.36, p.1878-1882, 2006.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.

HADLICH, J.C.; MORALES, D.C.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.; CHARDULO, L.A.L. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.28, p.57-62, 2006.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; ROMANELLI, P.F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.963-971, 2003.

KING, D.; MORGAN, W.W.; MILLER, R.K.; SANDERS, J.O.; LUNT, D.K.; TAYLOR, J.F.; GILL, C.A.; SAVELL, J.W. Carcass merit between and among family groups of *Bos indicus* crossbred steers and heifers. **Meat Science**, v.72, p.496-502, 2006.

KOOHMARAIE, M.; VEISETH, E.; KENT, M.P.; SHACKELFORD, S.D. Understanding and managing variation in meat tenderness. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD-ROM.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 383p.

LEFAUCHEUR, L. Myofibre typing and its relationships to growth performance and meat quality. **Archiv für Tierzucht**, v.49, p.4-7, 2006.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633p.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1987. 31p.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; MOLETTA, J.L. Características quantitativas de carcaça de bovinos Zebu e de cruzamentos *Bos taurus* x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2019-2029, 2000.

POSTE, L.M.; MACKIE, D.; AGAR, V.E.; THOMPSON, B.K. Correlations of sensory and instrumental meat tenderness value as affected by sampling techniques. **Food Quality and Preference**, v.4, p.207-214, 1993.

RESTLE, J.; VAZ, F.N. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford, inteiros e castrados, abatidos aos quatorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.1091-1095, 1997.

- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; LANA, R. de P.; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, D.S. Influência da suplementação com concentrado nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin-Nelore, não castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1823-1832, 2002.
- SAS INSTITUTE. **System for Microsoft Windows**. Release 9.1. Cary: SAS Institute, 2005. CD-ROM.
- SILVA, J.A.; PATARATA, L.; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. **Meat Science**, v.52, p.453-459, 1999.
- SOUZA, A.R.D.L.; MEDEIROS, S.R. de; MORAIS, M. da G.; OSHIRO, M.M.; TORRES JÚNIOR, R.A. de A. Dieta com alto teor de gordura e desempenho de tourinhos de grupos genéticos diferentes em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.746-753, 2009.
- STOLOWSKI, G.D.; BAIRD, B.E.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.; SAMS, A.R.; TAYLOR, J.F.; SANDERS, J.O.; SMITH, B. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. **Meat Science**, v.73, p.475-483, 2006.
- SUGUISAWA, L.; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N. de; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M. de B.; SOUZA, A.A. de. Correlação simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.169-176, 2006.
- THOMPSON, J.M.; PERRY, D.; DALY, B.; GARDNER, G.E.; JOHNSTON, D.J.; PETHICK, D.W. Genetic and environmental effects on the muscle structure response *post-mortem*. **Meat Science**, v.74, p.59-65, 2006.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D.; BRONDANI, I.L.; ROSA, J.R.P.; SANTOS, A.P. dos. 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, p.518-525, 2001.
- WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, v.83, p.196-207, 2005.
- WHITE, A.; O'SULLIVAN, A.; TROY, D.J.; O'NEILL, E.E. Manipulation of the pre-rigor glycolytic behaviour of bovine *M. longissimus dorsi* in order to identify causes of inconsistencies in tenderness. **Meat Science**, v.73, p.151-156, 2006.

Recebido em 3 de dezembro de 2008 e aprovado em 29 de outubro de 2009