

Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos

Genetic groups and levels of fat thickness on the quality of meat from bulls

Daniele Maggioni¹; Ivanor Nunes do Prado^{2*}; Fernando Zawadzki³; Maribel Velandia Valero³; Jair de Araújo Marques³; Ana Maria Bridi⁴; José Luiz Moletta⁵; José Jorge dos Santos Abrahão⁶

Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do grupo genético e grau de acabamento da carcaça sobre as perdas por descongelamento (PDES), perdas por cocção (PCOC), pH, força de cisalhamento (FC), luminosidade, frequência e diâmetros das fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha (SO), de contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária (FOG) e de contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca (FG) do músculo *Longissimus* de bovinos terminados em confinamento. Foram avaliados os grupos NEL – Nelore; LIN – ½ Limousin + ½ Nelore e RAN – ½ Red Angus + ½ Nelore abatidos com 3 ou 5 mm de espessura de gordura de cobertura. Houve interação entre o grupo genético RAN e grau de acabamento para características PDES, PCOC, pH, FC e intensidade de vermelho (a*). Os bovinos NEL tinham carnes mais escuras do que os animais mestiços, além de apresentarem maior pH final. No entanto, a carne destes bovinos apresentou menor PDES, PCOC e FC quando comparada à de bovinos mestiços. Bovinos RAN apresentaram maior frequência de fibras FOG e menor de fibras SO, além de maiores diâmetros para estas fibras. Diferenças na qualidade da carne entre grupos genéticos foram verificadas no menor grau de acabamento da carcaça. No entanto, estas diferenças deixam de existir quando o abate ocorreu com maior grau de acabamento. O grau de acabamento (3 ou 5 mm) de espessura de gordura de cobertura não teve efeito na qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento.

Palavras-chave: *Bos taurus*, cruzamento industrial, fibra muscular, maciez, retenção de água

¹ Prof^o Adjunta. Faculdade Integrado de Campo Mourão, Rodovia BR 158, KM 207, Campus, CEP 87300-970 Campo Mourão, PR. E-mail: danielemaggioni@hotmail.com

² Prof. Titular. Universidade Estadual de Maringá, UEM, Dept^o de Zootecnia, Av. Colombo 5.790, Jd Universitário, CEP 87020-900 Maringá, PR. Pesquisador nível 1A – CNPq. E-mail: inprado@uem.br

³ Discentes de Doutorado da UEM, Dept^o de Zootecnia, Maringá, PR. E-mail: fernandozawadzki@hotmail.com; maribelvelandia@hotmail.com

⁴ Prof. Adjunto. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Campus de Cruz das Almas, s/n CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: jmarques@ufrb.edu.br

⁵ Prof^o Adjunta. Universidade Estadual de Londrina, UEL, Centro de Ciências Agrárias, Dept^o de Zootecnia, Londrina, PR. E-mail: ambridi@uel.br

⁶ Pesquisadores. Instituto Agrônomo do Paraná, Estação Experimental Fazenda Modelo, Av. Euzébio de Queiroz s/n, Caixa Postal 129, CEP 84001-970 Ponta Grossa, PR. E-mail: moletta@iapar.br, jabrahao@iapar.br

* Autor para correspondência

Abstract

This study was carried out to evaluate the effect of genetic groups and carcass fat thickness levels on unfreeze losses (UFL), cooking losses (COL), pH, shear force (SF), frequency and diameters of slow-twitch-oxidative and red color (SO), fast-twitch-glycolytic and intermediate color and fast-twitch-glycolytic and white color (FG) on *Longissimus* muscle of bulls finished in feedlot. It were evaluated NEL – Nellore; LIN – ½ Limousin + ½ Nellore and RAN – ½ Angus + ½ Nellore genetic groups slaughtered with fat thickness levels of 3 or 5 mm. There was an interaction between genetic group RAN and fat thickness levels to the characteristics of UFL, COL, pH, SF and redness. The NEL produced meat darker than the crossbred, and had higher ultimate pH. However, the meat of these animals had lower UFL, COL and SF when compared to crossbred. Bulls RAN had the highest frequency of fast *oxidative glycolytic fiber* and lowest in slow-twitch oxidative fibers, and larger diameters for these fibers. Difference in meat quality among genetic groups are found in the smallest fat thickness levels of the carcass, while these differences cease to exist when the slaughter occurs with higher fat thickness levels. Fat thickness levels did not affect on meat quality of bulls finished in feedlot.

Key words: *Bos taurus*, crossbred, muscle fiber, tenderness, water retention

Introdução

Dentre as características sensoriais de interesse econômico para a carne bovina, a maciez ocupa posição de destaque (JELENÍKOVÁ; PIPEK; STARUCH, 2008). No momento da compra os consumidores avaliam a cor do músculo e as perdas de líquidos, que irão influenciar, de modo geral, nas características sensoriais e na suculência. Embora, no Brasil, a cadeia bovina ainda esteja voltada para o aumento da produtividade, estudos sobre a qualidade da carne e métodos que propiciem sua melhoria e apresentação são importantes para a cadeia produtiva (ABRAHÃO et al., 2005).

A raça ou o grupo genético estão entre os fatores *ante-mortem* com efeito sobre a qualidade da carne (PRADO et al., 2008a; 2008b; PRADO et al., 2009a; 2009b; ROTTA et al., 2009). Além da raça, o grau de acabamento e as tecnologias de amaciamento *post-mortem*, como a maturação, também exercem influência na qualidade da carne (BIANCHINI et al., 2007).

Com objetivo de melhorar a qualidade da carne bovina, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas, entre elas o cruzamento entre bovinos *Bos indicus* vs. *Bos taurus* (PRADO et al., 2008a; 2008b; PRADO et al., 2009a; 2008b). No Brasil, esta técnica tem sido utilizada com o

objetivo de melhorar o desempenho dos zebuínos, que são adaptados às condições climáticas do país, além de melhorar a deposição de gordura melhora a maciez da carne, uma vez que algumas raças taurinas especializadas para a produção de carne apresentam maior deposição de gordura (PRADO et al., 2008a). A melhora na maciez da carne obtida pelo cruzamento industrial pode estar relacionada à atividade enzimática do músculo, o tipo e diâmetro das fibras musculares (LEPETIT, 2008).

Além do genótipo do animal, o grau de acabamento dos animais é outra variável interfere na qualidade da carne. A gordura subcutânea tem a função de atuar como isolante térmico durante o resfriamento, para evitar o encurtamento das fibras musculares, que resultaria em carne dura (FELÍCIO, 1998). Ainda, a gordura influencia na perda de peso da carcaça (desidratação) e cor da carne durante o resfriamento (PRADO et al., 2009a; 2009b). No entanto, mesmo com o cruzamento industrial e o abate de animais com adequado grau de acabamento, ainda é possível observar uma diferença na qualidade da carne.

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar o efeito do grupo genético, grau de acabamento da carcaça e tempo de maturação sobre a qualidade da carne de bovinos não-castrados terminados em confinamento.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), na Estação Experimental de Paranavaí, Noroeste do Paraná, Sul do Brasil. As análises laboratoriais da carne foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, no Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (Comcap) e no Laboratório de Histoquímica da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizados 36 bovinos não castrados com idade de 21 meses e peso vivo inicial médio de 330 kg, e idade e peso vivo final médio de 25 meses e 518 kg, respectivamente. Os grupos genéticos estudados foram: 10 animais Nelores (NEL); 12 animais $\frac{1}{2}$ Limousin + $\frac{1}{2}$ Nelore (LIN) e 14 animais $\frac{1}{2}$ Red Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore (RAN). Os bovinos foram alojados em baias individuais, com acesso a comedouros e bebedouros e alimentados duas vezes ao dia (9h00 e 15h00) com concentrado à base de farelo de soja, milho, uréia, calcário e sal mineral e como fonte de volumoso, silagem de sorgo e cana-de-açúcar.

Os bovinos foram abatidos conforme alcançaram o acabamento previsto de 3,0 e 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura (EGC) entre a 12ª e 13ª costelas, monitorada por ultra-sonografia (ALOKA 500 munido de Transdutor UST-5049-3,5) segundo Herring et al. (1994). Para a obtenção do menor grau de acabamento (3 mm) com 115 dias e para a obtenção do maior grau de acabamento (5 mm), os animais foram abatidos com 147 dias em um frigorífico comercial, após repouso e jejum de 14 h. Os animais foram insensibilizados por meio de concussão cerebral (pistola pneumática), seguido do abate pela secção da veia jugular. Após o resfriamento por 24 horas em câmara fria à 4° C, retirou-se de cada meia carcaça esquerda uma amostra do músculo *Longissimus* entre a 10ª e 12ª costelas. Após a retirada da camada de gordura de cobertura foram coletadas de cada animal três sub amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura e

embaladas a vácuo. As análises foram realizadas na seguinte ordem: perda de água no descongelamento, cor, pH, perda de água à cocção e posteriormente realizou-se a força de cisalhamento.

Para a determinação de perdas de água, as amostras foram pesadas congeladas e após o descongelamento em temperatura de $2 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas foi determinada a perda no descongelamento. A perda por descongelamento (PDES) foi a razão entre o peso da amostra descongelada sobre a amostra congelada multiplicada por 100. Na sequência foi realizada a cocção da carne em forno elétrico até uma temperatura interna máxima das amostras de aproximadamente 72°C . A perda pela cocção (PCOC) foi a razão entre a peso da amostra descongelada sobre a amostra cozida multiplicada por 100.

Para a determinação da cor as amostras logo após o descongelamento ficaram expostas ao ar por 40 minutos e em seguida a cor foi medida pelo aparelho colorímetro portátil modelo CR 10 (Konica Minolta, Manaus, Brasil), com esfera de integração e ângulo de visão de 10° e iluminante D65. A avaliação da cor foi baseada no sistema CIELab, que avalia a cor pela reflectância da luz em três dimensões: luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*). Em cada amostra foram realizadas três leituras em diferentes pontos e o valor considerado foi a média das três leituras. Em seguida mensurou-se o pH final da carne descongelada com uso do potenciômetro modelo Texto 205 (Tradelab, Contagem – MG, Brasil), conforme descrito pelo Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA, 1981).

Para avaliar a maciez da carne, utilizaram-se as amostras das análises de perda de água por descongelamento e cocção, sendo que após a cocção, as amostras permaneceram armazenadas por 24 horas a $2 \pm 2^\circ\text{C}$. Foram retiradas seis sub amostras cilíndricas paralelamente ao sentido das fibras de 2,5 cm de comprimento e 1,0 cm de diâmetro de cada amostra. A força de cisalhamento (FC) foi

mensurada perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler Shear, adaptada no texturômetro modelo TA.XT plus (Stable Mycro Systems, Vienna, Reino Unido) (BOUTON; HARRIS; SHORTHOSE, 1971), sendo considerada como a média das seis leituras de cada amostra (kgf/cm²). As amostras foram completamente cisalhadas e as velocidades utilizadas foram de 5 mm/s no pré e pós-teste e de 2 mm/s no teste.

Os tipos, frequência e diâmetro das fibras do músculo *Longissimus* foram avaliados para cada grupo genético. Foi coletada uma amostra para cada animal do grupo genético (10 – NEL, 12 – LIN e 14 – RAN). As amostras foram coletadas na linha de abate do frigorífico na metade direita da carcaça na altura da 10^a costela e foram mantidas em temperatura ambiente por aproximadamente 15 minutos. Cada amostra foi transformada em um fragmento de 1,0 cm de comprimento por 0,5 cm de espessura. As amostras foram processadas segundo Moline e Glenner (1964), passando os fragmentos em talco e em seguida imersos em um recipiente contendo nitrogênio líquido por um minuto. Em seguida as amostras foram acondicionadas em *ependorfs*, identificadas, transportadas em nitrogênio líquido e posteriormente armazenadas a –80°C para as posteriores análises.

Para a realização das análises do tipo e frequência das fibras musculares, as amostras de tecido foram transferidas para a câmara de um micrótomo criostato modelo CM 1800 (Leica, Wetzlar, Alemanha), e permaneceram por aproximadamente 45 minutos a –20°C. Os cortes histológicos com 10 µm de espessura foram obtidos de acordo com Pullen (1977). Para cada amostra foram coletados quatro cortes em uma única lâmina.

A classificação, o cálculo das porcentagens dos diferentes tipos de fibras e a medição do diâmetro das fibras musculares foram realizadas pela demonstração da atividade da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólium Redutase

(NADH-TR), utilizando-se a técnica modificada por Dubowitz e Brooke (1973). A nomenclatura adotada para os diferentes tipos de fibras obedeceu aos critérios de Peter et al. (1972). Para a leitura dos campos, utilizou-se um microscópio ótico com objetiva de 10x, modelo BX41(Olympus, São Paulo, Brasil), acoplado ao analisador de imagens de microscopia e a um computador com programa de análise de imagens (Image-Pro Plus, versão 4.5.1.22). Para a contagem, estabelecimento das frequências (%) e obtenção do diâmetro dos tipos de fibras musculares foram analisados, em média, dez campos microscópicos aleatórios por lâmina e 15 fibras por campo.

O delineamento usado para análise do pH, força de cisalhamento, perdas no descongelamento, perdas na cocção, luminosidade e intensidade de vermelho (a*) foram considerados os grupos genéticos e graus de acabamento em um fatorial 3 x 2; sendo 10 bovinos do grupo NEL, 12 do grupo LIN e 14 do grupo RAN, com dois graus de acabamento (3 e 5 mm de espessura de gordura de cobertura). Assim sendo, foram 5 bovinos do grupo genético NEL com 3 mm e 5 com 5 mm de espessura de gordura de cobertura. Para o grupo genético LIN foram 6 bovinos com 3 mm e 6 com 5 mm de espessura de gordura de cobertura. Para o grupo genético RAN foram usados 7 bovinos com 3 mm e 7 com 5 mm de espessura de gordura de cobertura. Para análise da frequência e diâmetro das fibras musculares foram considerados apenas os três grupos genéticos; sendo 10 bovinos NEL, 12 LIN e 14 RAN. Os resultados foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey (SAS, 2003).

Resultados e Discussão

A interação entre grupo genético e grau de acabamento foi significativa para a intensidade de vermelho (a*), pH, força de cisalhamento e perdas ao descongelamento e a cocção da carne (Tabela 1).

Tabela 1. Grupos genéticos e grau de acabamento sobre características da carne de bovinos terminados em confinamento.

| Grau de Acabamento | Grupos Genéticos | | | Média |
|--|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|
| | NEL | LIN | RAN | |
| Perdas no descongelamento (%) | | | | |
| 3,0 mm | 2,14±0,35 ^a | 3,05±0,45 ^b | 3,92±0,32 ^{bB} | 3,17 |
| 5,0 mm | 2,04±0,35 | 2,65±0,26 | 2,61±0,27 ^A | 2,43 |
| Média | 2,09 | 3,05 | 3,26 | - |
| Perdas na cocção (%) | | | | |
| 3,0 mm | 12,94±1,32 ^a | 18,19±1,70 ^b | 21,20±1,20 ^{bB} | 17,44 |
| 5,0 mm | 14,10±1,32 | 15,80±0,98 | 14,58±1,04 ^A | 15,02 |
| Média | 13,52 | 16,99 | 17,89 | - |
| pH | | | | |
| 3,0 mm | 6,30±0,09 ^b | 5,92±0,11 ^a | 5,71±0,08 ^{aA} | 5,97 |
| 5,0 mm | 6,23±0,09 | 6,06±0,06 | 6,10±0,07 ^B | 6,13 |
| Média | 6,26 | 5,99 | 5,90 | - |
| Força de cisalhamento (kgf/cm ²) | | | | |
| 3,0 mm | 2,55±0,22 ^a | 3,01±0,28 ^a | 3,85±0,20 ^{bB} | 3,13 |
| 5,0 mm | 2,74±0,22 | 2,92±0,16 | 2,66±0,17 ^A | 2,77 |
| Média | 2,64 | 2,96 | 3,25 | - |
| Luminosidade (L) (graus) | | | | |
| 3,0 mm | 33,58±0,92 | 35,41±1,19 | 36,43±0,84 | 35,14 ^a |
| 5,0 mm | 32,85±0,92 | 33,91±0,68 | 33,91±0,73 | 33,56 ^B |
| Média | 33,21 ^b | 34,66 ^{ab} | 35,17 ^a | - |
| Índice de vermelho (a*) (graus) | | | | |
| 3,0 mm | 11,42±0,78 ^b | 12,47±1,01 ^b | 15,09±0,71 ^{aA} | 12,92 |
| 5,0 mm | 12,55±0,78 | 11,75±0,58 | 11,76±0,61 ^B | 12,02 |
| Média | 11,98 | 12,11 | 13,32 | - |

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Grupos genéticos: Nelore (NEL); ½ Limousin + ½ Nelore (LIN); ½ Angus + ½ Nelore (RAN).

Fonte: Elaboração dos autores.

No menor grau de acabamento (3,0 mm), o grupo genético NEL apresentou as menores perdas de água tanto no descongelamento quanto na cocção em comparação aos grupos LIN e RAN (Tabela 1). Não foi observada diferença entre os grupos genéticos LIN e RAN. Para o maior grau de acabamento, não houve diferença entre os três grupos genéticos para as perdas no descongelamento ou na cocção. Menores perdas no descongelamento e na cocção encontradas para os animais do grupo NEL também foram observadas por Bianchini et al. (2007) em relação à animais da raça Simbrasil e Simental. Estes resultados podem ser atribuídos ao maior pH observado nestes animais (APPLE et al., 2005). O

pH modifica a ionização e as cargas da estrutura das proteínas. Assim, o valor elevado de pH provoca aumento da repulsão dos miofilamentos e com isso maior espaçamento entre as ligações cruzadas, que resulta em maior capacidade de retenção de água (BERTRAM; KRISTENSEN; ANDRESEN, 2004). O tipo de fibra muscular também pode ter contribuído para as menores perdas de água na carne dos animais do grupo NEL quando comparado com o grupo genético RAN. O grupo NEL apresentou maior frequência de fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha SO (slow-twitch oxidative) (Tabela 2). Estas fibras demonstram correlação negativa com as perdas de

água na carne de bovinos (RYU; KIM, 2005). Dessa forma, observa-se que a maior frequência de fibras SO na carne de bovinos NEL pode ser responsável pelo maior pH e este por sua vez corresponder a menores perdas de água.

A maior capacidade de retenção de água das carnes de animais RAN abatidos com maior grau de acabamento também pode estar relacionada aos maiores valores de pH observado nestas carnes. Pflanzler e Felício (2009) também observaram que carcaças com maior deposição de gordura resultaram em menores perdas de água à cocção.

O valor de pH no músculo *Longissimus* dos bovinos do grupo genético NEL abatidos com 3,0 mm de espessura de gordura de cobertura foi maior que o encontrado no mesmo músculo dos grupos genéticos LIN e RAN (Tabela 1). Os valores de pH dos grupos LIN e RAN foram semelhantes. No entanto, quando os animais foram abatidos com 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura, os valores de pH foram semelhantes entre os grupos genéticos. O pH final é regulado pelo conteúdo de glicogênio no músculo, o qual pode ser influenciado por vários fatores, como por exemplo, dieta do animal, época do ano, transporte e principalmente estresse (JELENÍKOVÁ; PIPEK; STARUCH, 2008). Na realidade, o maior estresse determina um pH mais elevado da carne. Os animais de origem zebuína são reconhecidos pela maior susceptibilidade ao estresse (SILVA SOBRINHO et al., 2005) em função do temperamento mais agressivo em relação aos bovinos de origem europeia. Outro fator que pode ter contribuído para o maior valor de pH da carne dos animais NEL pode estar relacionado ao tipo de fibra muscular. Os animais NEL apresentaram maior frequência de fibras SO (slow oxidative) em relação aos animais cruzados. As fibras SO apresentam baixa concentração de glicogênio, o que dificulta a queda do pH. Isto justifica o maior valor de pH encontrado no músculo *Longissimus* de bovinos no grupo NEL em relação ao encontrado nos grupos LIN e RAN.

O maior pH observado no grupo genético RAN com 5,0 mm de gordura de cobertura em relação aos animais com 3,0 mm pode ser explicado pelo maior período de confinamento. Animais mais velhos apresentam carne com maior valor de pH e conseqüentemente mais escura (PFLANZER; FELÍCIO, 2009). Vale destacar, que o valor do pH para os bovinos do grupo RAN com 3,0 mm de espessura de gordura de cobertura atende aos padrões de qualidade de carne. O mesmo não ocorre com os animais do mesmo grupo abatidos com 5,0 mm de gordura de cobertura.

O valor da força de cisalhamento (Tabela 1) no músculo *Longissimus* dos bovinos do grupo genético RAN abatidos com 3,0 mm de espessura de gordura de cobertura foi maior que o encontrado nos grupos genéticos NEL e LIN que foram semelhantes entre si. Os valores de força de cisalhamento dos bovinos dos grupos genéticos NEL, LIN e RAN abatidos com 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura foram semelhantes. A semelhança entre os grupos genéticos para a força de cisalhamento no maior grau de acabamento evidencia a diminuição das diferenças entre raças em sistemas que permitem a produção de animais mais homogêneos, visto que os pesos de carcaças quentes dos animais dos diferentes grupos genéticos foram semelhantes (281,95 kg). Animais zebuínos são reconhecidos por produzirem carnes com menor maciez que animais com sangue *Bos taurus* (RESTLE et al., 2003). No entanto, neste trabalho observou-se que os animais do grupo NEL apresentaram carnes com maciez semelhante aos cruzados LIN e mais macias que a dos cruzados RAN. Atribui-se este resultado ao elevado pH encontrado na carne oriunda dos animais NEL, que a classifica como tipo “DFD” (dark, firm, dry – escura, textura firme e seca) (FERNANDES et al., 2008). Carnes “DFD” costumam ser mais macias (LAWRIE, 2005), pois quando cozidas ocorre maior fragmentação miofibrilar, além de menores perdas durante a cocção (VILJOEN; KOCK; WEBB, 2002), como pode ser observado

neste trabalho. Outro fator que pode ter contribuído para o resultado observado é o menor diâmetro das fibras musculares dos NEL (Tabela 2) em relação aos demais grupos genéticos. Estudos têm demonstrado que músculos com menores diâmetros de fibras também apresentaram redução da força de cisalhamento (LEPETIT, 2008).

As carnes dos bovinos do grupo genético RAN apresentaram maior luminosidade em comparação às dos bovinos do grupo genético NEL (Tabela 1). Animais abatidos com 3,0 mm de gordura de cobertura apresentaram carnes com maior luminosidade em relação aos abatidos com 5,0 mm. O elevado valor de pH observado na carne dos NEL pode ter determinado uma maior capacidade de

retenção de água, evidenciado nos menores valores de perda ao descongelamento, que proporcionou menor dispersão de luz pela estrutura da carne, tornando-a mais escura (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). Fato corroborado pela correlação negativa entre valor de pH e luminosidade observada por Vestergaard, Oksbjerg e Henckel (2000). As diferenças na luminosidade encontradas entre os grupos também podem ser atribuídas aos tipos de fibras musculares. Segundo Ryu e Kim (2005) as fibras SO são correlacionadas negativamente com a luminosidade. Dessa forma, a maior frequência de fibras SO encontrada nos NEL (Tabela 2) pode ser responsável pela menor luminosidade da carne deste grupo genético.

Tabela 2. Frequência de distribuição e diâmetros das fibras musculares do músculo Longissimus dos grupos genéticos.

| Grupos Genéticos | N ³ | Frequência (%) | | |
|------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|
| | | SO | FOG | FG |
| NEL | 1500 | 24,70±2,07Ac | 41,30±2,43 Ba | 34,00±2,38b |
| LIN | 1800 | 21,36±1,54 Abc | 41,45±1,77 Ba | 37,19±1,81b |
| RAN | 2100 | 17,18±1,64 Bc | 49,42±1,88 Aa | 33,00±1,92b |

| Grupos Genéticos ⁽²⁾ | N | Diâmetro (µm) | | |
|---------------------------------|------|-------------------------|-------------|------------|
| | | SO | FOG | FG |
| NEL | 1500 | 46,48±1,78B | 44,68±2,22B | 47,03±1,93 |
| LIN | 1800 | 48,83±1,32AB | 45,49±1,65B | 49,18±1,44 |
| RAN | 2100 | 52,42±1,40 ^a | 48,32±1,75A | 49,27±1,53 |

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Grupos genéticos: Nelore (NEL); ½ Limousin + ½ Nelore (LIN); ½ Angus + ½ Nelore (RAN). Fibras Musculares: SO (fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha), FOG (fibras de contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária) e FG (fibras de contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca). ³Número de fibras analisadas.

Fonte: Elaboração dos autores.

A menor luminosidade observada no músculo *Longissimus* dos animais abatidos com 5,0 mm de gordura de cobertura em relação aos abatidos com 3,0 mm pode estar correlacionada ao valor do pH. Maior valor de pH determina carne mais escura, portanto, menor valor de luminosidade.

A carne dos bovinos do grupo genético RAN abatidos com 3,0 mm de espessura de gordura de cobertura apresentou a maior intensidade de

vermelho em relação aos grupos NEL e LIN (Tabela 1). Em relação ao grau de acabamento, observou-se que as carnes oriundas do grupo genético RAN abatidos com 3,0 mm de espessura de gordura de cobertura apresentaram maior intensidade de vermelho em relação às carnes dos animais abatidos com 5,0 mm. A maior intensidade de vermelho encontrada na carne dos animais do grupo genético RAN pode estar relacionada ao maior diâmetro das fibras musculares do tipo SO apresentadas por estes

animais, visto que Ozawa et al. (2000) observaram uma correlação positiva entre o diâmetro das fibras SO e a intensidade de vermelho na carne.

Os grupos genéticos e o grau de acabamento não tiveram efeito sobre a intensidade de amarelo (b*) na carne de bovinos terminados em confinamento, com média aproximada de 7,7 graus. A intensidade de amarelo está dentro dos níveis aceitos como normais e preconizados por Muchenje et al. (2009).

Bovinos do grupo genético NEL apresentam maior frequência de fibras SO em relação aos bovinos do grupo genético RAN; enquanto os do grupo genético LIN apresentaram frequência semelhante aos dos outros grupos genéticos (Tabela 2). Tem sido sugerido que o estresse pré-abate de animais com maior frequência de fibras SO pode estar associado à produção de carnes DFD (ZEROUALA; STICKLAND, 1991). Este fato pode ser confirmado neste estudo, visto que os animais NEL que apresentaram a maior frequência deste tipo de fibra também apresentaram carnes com maior pH, coloração mais escura (menor luminosidade) e menores perdas de água (Tabelas 1 e 2). Isto sugere que a maior propensão dos animais NEL apresentarem o problema DFD pode estar relacionada a maior frequência de fibras SO na composição de sua musculatura.

As diferenças observadas para as frequências das fibras musculares podem ser atribuídas à evolução das raças. Zebuínos evoluíram em regiões inóspitas e necessitavam realizar longas caminhadas em busca de alimentos. Já as raças europeias continentais (LIN) foram selecionadas para tração animal. Dessa forma, tanto animais zebuínos quanto continentais não podiam apresentar rápida fadiga muscular (PEARSON; YOUNG, 1989). Fibras SO apresentam fadiga lenta (PEARSON; YOUNG, 1989), o que poderia explicar a maior frequência deste tipo de fibra no músculo *Longissimus* dos animais NEL e LIN.

Em relação às fibras do tipo de contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e

coloração intermediária (FOG), maior frequência foi observada nos bovinos do grupo genético RAN em relação aos grupos genéticos NEL e LIN, sendo que estes dois últimos grupos foram semelhantes entre si. Para o tipo de fibras de contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca – FG (fast-twitch glycolytic) não foi observada diferença entre os três grupos genéticos.

Solomon et al. (1985) verificaram que a presença de fibras FG nos bovinos está relacionada com a seleção genética para o desenvolvimento muscular. Assim, provavelmente a maior frequência de fibra FOG no grupo genético RAN pode ser explicada pela constituição genética de animais Angus, selecionados para rápida deposição de musculatura, isto é, animais precoces (MOLETTA; RESTLE, 1996).

Embora os animais NEL, LIN e RAN apresentassem idades semelhantes, os animais RAN são fisiologicamente mais jovens. A idade é um fator que pode afetar a frequência das fibras musculares (HAWKINS; MOODY; KEMP, 1985). À medida que ocorre o avanço da idade pode haver modulação de fibras musculares. Fibras FOG e FG podem ser moduladas à SO (HAWKINS; MOODY; KEMP, 1985). Independente do grupo genético, a frequência de distribuição das fibras do tipo FOG foi maior, seguida pelas fibras do tipo FG, sendo que as fibras SO apresentaram menor frequência.

Bovinos do grupo genético RAN apresentam maior diâmetro para as fibras SO em relação aos animais do grupo genético NEL, enquanto o grupo genético LIN apresentou diâmetro semelhante aos outros dois grupos genéticos (Tabela 2). Em relação às fibras tipo FOG, o grupo genético RAN também apresentou maior diâmetro em relação aos grupos genéticos NEL e LIN que foram semelhantes entre si. Enquanto que para as fibras tipo FG, não se observou diferença entre os três grupos genéticos. O maior diâmetro das fibras SO e FOG dos animais RAN em relação aos NEL e LIN podem ser atribuídos à evolução da raça Angus, que foi selecionada para

a deposição de músculo (MOLETTA; RESTLE, 1996).

Não houve diferença no diâmetro das fibras entre os três diferentes tipos (Tabela 2). Ozawa et al. (2000) também encontraram semelhança no diâmetro das fibras entre os tipos de fibras musculares.

Conclusões

A composição genética (raças puras ou cruzadas) tem efeito sobre a qualidade da carne no que concerne os aspectos de pH, capacidade de retenção de água, cor, maciez e o tipo de fibra muscular, sendo que bovinos da raça Nelore apresentam uma carne com coloração mais intensa, pH mais elevado e menor perda de água no descongelamento e cocção. Da mesma forma, as diferenças da qualidade da carne entre grupos genéticos são verificadas em animais abatidos com menor grau de acabamento da carcaça (3,0 mm), mas desaparecem quando o abate dos animais ocorre com maior grau de acabamento (5,0 mm). Desta forma o abate de animais com maior grau de acabamento possibilita maior padronização das carcaças de bovinos terminados em sistema de confinamento. Ainda, o processo de maturação por 14 dias melhora a qualidade da carne bovina.

Agradecimentos

Ao Instituto Agronômico do Paraná pela disponibilidade do espaço físico e dos animais para a realização deste experimento. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Araucária pelo financiamento da pesquisa.

Referências

ABRAHÃO, J. J.; PRADO, I. N.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L. Características de carcaça e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho pelo resíduo úmido da extração

da fécula de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 43, n. 5, p. 1640-1650, 2005.

APPLE, J. K.; KEGLEY, E. B.; GALLOWAT, D. L.; WISTUBA, T. J.; RAKES, L. K. Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark cutting condition in cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 83, n. 5, p. 1202-1214, 2005.

BERTRAM, H. C.; KRISTENSEN, M.; ANDRESEN, H. J. Functionality of myofibrillar proteins as affected by pH, ionic strength and heat treatment – a low-field NMR study. *Meat Science*, Champaign, v. 68, n. 2, p. 249-256, 2004.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; JORGE, A. M.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007. Suplemento.

BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHORSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 36, n. 3, p. 435-439, 1971.

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M. H. *Muscle biopsy: a modern approach*. London: Saunders, 1973. 220 p.

FELÍCIO, P. E. Desdobramento da qualidade da carne bovina. *Higiene Alimentar*, Itapetininga, v. 12, n. 54, p. 16-22, 1998.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A.; TULLIO, R. R.; PERECIN, D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2008.

HAWKINS, R. R.; MOODY, W. G.; KEMP, J. D. Influence of genetic type, slaughter weight and sex on ovine muscle fiber and fat cell development. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 61, n. 5, p. 1154-1163, 1985.

HERRING, W.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L.; MILLER, D. C. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail products weight and trimable fat in beef cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 72, n. 5, p. 1107-1118, 1994.

JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science*, Champaign, v. 80, n. 3, p. 870-874, 2008.

- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL. *Métodos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. Brasília, DF: LANARA, 1981.
- LAWRIE, R. A. Ciência da carne. Trad. Jane Maria Rubensam. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.
- LEPETIT, J. Collagen contribution to meat toughness: theoretical aspects. *Meat Science*, Champaign, v. 80, n. 4, p. 960-967, 2008.
- MOLETTA, J. L.; RESTLE, J. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 876-888, 1996.
- MOLINE, S. W.; GLENNER, G. G. Ultrarapid tissue freezing in liquid nitrogen. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, Maryland, v. 12, n. 10, p. 777-783, 1964.
- MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; RAATS, J. G. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Science*, Champaign, v. 81, n. 4, p. 653-657, 2009.
- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, p. 292-300, 2009. Suplemento 1.
- OZAWA, S.; MITSUHASHI, T.; MITSUMOTO, M.; MATSUMOTO, S.; ITOH, N.; ITAGAKI, K.; KOHNO, Y.; DOHGO, T. The characteristics of muscle fiber types of longissimus thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat Science*, Champaign, v. 54, n. 1, p. 65-70, 2000.
- PEARSON, A. M.; YOUNG, R. B. Skeletal muscle fibers. In: _____. (Ed.). *Muscle and meat biochemistry*. San Diego: Academic Press, 1989. p. 235-265.
- PETER, J. B.; BARNARD, R. J.; EDGERTON, V. R.; GILLESPIE, C. A.; STEMPEL, K. E. Metabolic profiles of three types of fibers of skeletal muscles in guinea pig and rabbits. *Biochemistry*, Nashville, v. 11, n. 14, p. 2627-2633, 1972.
- PFLANZER, S. B.; FELICIO, P. E. Effects of teeth maturity and fatness of nellore (*Bos indicus*) steer carcasses on instrumental and sensory tenderness. *Meat Science*, Champaign, v. 83, n. 4, p. 697-701, 2009.
- PRADO, I. N.; OLIVEIRA, A. N.; ROTTA, P. P.; PEROTTO, D.; PRADO, R. M.; SILVA, R. R.; SOUZA, N. E.; MOLETTA, J. L. Chemical and fatty acid composition of Longissimus muscle of crossbred bulls finished in feedlot. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 22, n. 7, p. 1054-1059, 2009b.
- PRADO, I. N.; PRADO, R. M.; ROTTA, P. P.; VISENTAINER, J. V.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *Journal of Animal Feed Science*, Jablonna, v. 17, p. 295-306, 2008a.
- PRADO, I. N.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; VISENTAINER, J. V.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 21, n. 9, p. 1296-1302, 2008b.
- PRADO, J. M.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; ROTTA, P. P.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; PRADO, I. M.; DUCATTI, T. The effect of breed on chemical composition and fatty acid composition on Longissimus dorsi muscle of Brazilian beef cattle. *Journal of Animal Feed and Science*, Jablonna, v. 18, p. 231-240, 2009a.
- PULLEN, A. H. The distribution and relative sized of fibre types in the extensor *digitorum longus* and *soleus* muscles of the adult rat. *Journal of Anatomy*, Oxford, v. 123, n. 1, p. 467-86, 1977.
- RESTLE, J.; VAZ, F. N.; BERNARDES, R. A. L. C.; PASCOAL, L. L.; MENEZES, L. F. G.; PACHECO, P. S. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 345-350, 2003.
- ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australasian Journal Animal Science*, Seoul, v. 22, n. 12, p. 1718-1734, 2009.
- RYU, Y. C.; KIM, B. C. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig Longissimus dorsi muscle. *Meat Science*, Champaign, v. 71, n. 2, p. 351-357, 2005.
- SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

SOLOMON, M. B.; WEST, R. L.; CARPENTER, J. W. Fiber types in the Longissimus muscle from water buffalo and selected domestic beef breeds. *Meat Science*, Champaign, v. 13, n. 3, p. 129-135, 1985.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. *User's guide: statistic*. Cary: SAS Institute, 2003.

VESTERGAARD, M.; OKSBJERG, N.; HENCKEL, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fiber characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Science*, Champaign, v. 54, n. 2, p. 177-185, 2000.

VILJOEN, H. F.; KOCK, H. L.; WEBB, E. C. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science*, Champaign, v. 61, n. 2, p. 181-185, 2002.

ZEROUALA, A. C.; STICKLAND, N. C. Cattle at risk for dark-cutting beef have a higher proportion of oxidative muscle fibers. *Meat Science*, Champaign, v. 29, n. 3, p. 263-270, 1991.

