



Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem¹

Lizandra Vercezi Rossato², Maria Cristina Bressan², Érika Cristina Rodrigues², Luis Telo da Gama³, Rui José Branquinho Bessa³, Susana Paula Almeida Alves³

¹ Trabalho financiado pela CAPES e CNPq.

² Universidade Federal de Lavras, Departamento Ciência dos Alimentos, Caixa Postal 3037 - CEP: 37200-000 Lavras, MG - Brasil.

³ Estação Zootécnica Nacional – INRB, Fonte Boa-2005-048, Vale de Santarém - Portugal.

RESUMO - Os objetivos neste trabalho foram avaliar as características de qualidade da carne, a composição centesimal e os componentes lipídicos (colesterol e ácidos graxos) do músculo *longissimus thoracis* de bovinos Angus (n=30) e Nelore (n=30) aos 36 meses de idade e com peso médio de carcaça de 250 kg terminados em pastagem. Os resultados de pH, luminosidade, teor de vermelho e perda de peso na cocção foram similares entre grupos genéticos. Entretanto, a carne dos animais Angus apresentou maior teor de amarelo (4,87 e 4,04) e menor força de cisalhamento (7,86 e 9,13 kg) em comparação à dos animais Nelore. A composição centesimal foi semelhante entre raças. O colesterol na carne dos bovinos Angus foi mais elevado que na dos Nelore (45,45 e 36,99 mg/100 g). Os ácidos graxos C14:0, C14:1 cis 9, C18:1 trans, C18:2n-6, C18:2 cis 9, trans 11 (CLA), C18:3n-3, total de n-3 e o total de ácidos graxos poliinsaturados foram mais elevados nos animais Nelore que nos Angus. Os totais de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, no entanto, foram semelhantes entre grupos. A razão n-6/n-3 foi menor nos animais Nelore (1,58) que nos Angus (1,88). Os grupos genéticos de bovinos terminados a pasto influenciam a força de cisalhamento, o colesterol e o perfil de ácidos graxos. Esse efeito é mais pronunciado nos ácidos graxos poliinsaturados C18:1 trans, C18:2 cis 9, trans 11 e C18:3n-3, o que sugere uma possível diferença entre animais das raças Angus e Nelore no metabolismo da biohidrogenação. Embora menos macia, a carne de animais Nelore é nutricionalmente mais saudável que a de animais Angus, pois tem menores percentuais de colesterol e maiores quantidades de ácidos graxos n-3, precursor do CLA (C18:1 trans) e CLA.

Palavras-chave: biohidrogenação, *Bos indicus*, *Bos taurus*, maciez, CLA, perfil lipídico

Physicochemical parameters and fatty acid profiles in Angus and Nelore cattle finished on pasture

ABSTRACT - This work was carried out to evaluate the characteristics of meat quality, centesimal composition and lipid compounds (cholesterol and fatty acids) of *longissimus thoracis* muscle in Angus (n=30) and Nelore (n=30) bulls, at 36 months of age and 250 kg of carcass weight, finished in pasture. The results for pH, lightness, redness, cooking loss were similar among genetic groups. However, samples of Angus showed higher yellowness (4.87 and 4.04) and lower Warner-Bratzler shear force (7.86 and 9.13 kg) than samples of Nelore. Centesimal composition was similar among groups. Cholesterol was higher in Angus than in Nelore (45.45 and 39.99 mg/100g). The fatty acids C14:0, C14:1 cis 9, C18:1 trans, C18:2n-6, C18:3n-3, C18:2 cis 9, trans 11 (CLA), total of n-3 and total of polyunsaturated fatty acids were higher in Nelore than in Angus. However, the total for saturated and monounsaturated fatty acids were similar among groups. The ratio n-6/n-3 was lower in Nelore (1.58) than in Angus (1.88). Genetic groups of bovines finished on pastures affect Warner-Bratzler shear force, cholesterol and fatty acids profile. In fatty acids, this effect is more pronounced in polyunsaturated C18:1 trans, C18:2 cis 9, trans 11 and C18: 3n-3, suggesting that the Angus and Nelore breeds might differ in the metabolism of biohydrogenation. Thus, for animals finished in pasture, meat from Nelore is more nutritious than from Angus, even though it is not as tender as the one from Angus because it shows smaller percentage of cholesterol and higher levels of n-3 fatty acids, CLA and CLA precursor (C18:1 trans).

Key Words: biohydrogenation, *Bos indicus*, *Bos taurus*, CLA, lipid profile, tenderness

Introdução

A composição dos ácidos graxos da gordura intramuscular de bovinos tem recebido atenção devido às implicações na saúde humana e nas características de qualidade da carne (Nüernberg et al., 2005; Wood et al., 2008). Os níveis de lipídeos, colesterol e ácidos graxos saturados, quando consumidos em quantidades elevadas, são fatores de risco à ocorrência de doenças cardiovasculares (Katan & Mensink, 1993). Entretanto, os ácidos graxos poliinsaturados oferecem proteção ao sistema cardiovascular (Tapiero et al., 2002) e as razões poliinsaturados/saturados e $n-6/n-3$ são consideradas índices nutricionais. Outros ácidos graxos são também considerados importantes, como o ácido linoléico conjugado, que tem atividade imunoestimulatória, antimutagênica e antioxidante (Ip, 1997).

Os ácidos graxos da gordura de bovinos podem ser afetados por: a) variação entre animais na deposição de gordura intramuscular (De Smet et al., 2004), na expressão da Δ^9 , Δ^6 e Δ^5 dessaturase e elongase (Yang et al., 1999; Rossato et al., 2009) e no metabolismo da biohidrogenação (Wood et al., 2008); b) variação na composição da gordura e disponibilidade de $n-6$ e $n-3$ na dieta (Goffman & Böhme, 2001; Boufaied et al., 2003), no tamanho das partículas e no tempo de permanência no rúmen (Wood et al., 2008); e c) variação nas condições ambientais às quais são submetidos os animais (Dannenberger et al., 2006).

Geralmente, a composição lipídica é mais benéfica à dieta humana em carnes de ruminantes terminados a pasto (French et al., 2000). Embora o fator genético seja apontado como fonte de variação no perfil lipídico (De Smet, 2004; Rodrigues et al., 2004), existem poucos trabalhos com comparação de carnes de *B. taurus* e *B. indicus*. Em animais terminados em pastagens, também são poucos os trabalhos com avaliação de carnes desses grupos genéticos em relação às características físicas, químicas e ao perfil de ácidos graxos.

Os aspectos qualitativos e nutricionais são importantes para a pecuária nacional, pois o Brasil é o maior exportador de carne bovina, com um rebanho de 207,2 milhões de animais (IBGE, 2007), formado em 80% por *B. indicus* (Mariante et al., 2003). Contudo, a raça Angus (*B. taurus*), cuja carne mostra ampla aceitação, tem contribuído na formação de raças compostas (Gama, 2002). Neste contexto, os objetivos neste trabalho foram avaliar as características de qualidade, a composição centesimal, os níveis de colesterol e o perfil de ácidos graxos do *longissimus thoracis* de Angus e Nelore terminados em pastagem.

Material e Métodos

Foram utilizadas amostras do músculo *longissimus thoracis* de carcaças de 60 bovinos machos dos grupos genéticos Angus (n=30) e Nelore (n=30) com 36 meses de idade e peso de carcaça em torno de 250 kg. Os animais foram alimentados com gramíneas forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicula* e *Panicum maximum* Jacq) até serem abatidos em matadouro-frigorífico com certificação para exportação. As operações de abate foram executadas segundo recomendações do RIISPOA (BRASIL, 1952), com tempo de descanso de 24 horas; insensibilização com método percussivo utilizando pistola pneumática; estimulação elétrica na fase final da sangria; e resfriamento das carcaças em câmara fria a 4°C por 24 horas.

A medida de pH, determinada no momento da desossa (24 horas *post mortem*), foi realizada no músculo *longissimus dorsi* (única avaliação realizada nesse músculo), na altura da 12ª costela, com auxílio de um potenciômetro digital portátil M1120x (Mettler-Toledo International Inc., Columbus, EUA), equipado com eletrodo de inserção com resolução de 0,01 unidade de pH. O aparelho foi calibrado em solução tampão de pH 4,0 e 7,0. Duas leituras de pH foram obtidas para cada carcaça e o valor médio foi utilizado na análise estatística.

No momento da desossa e após a determinação de pH, uma porção de 500 g do músculo *longissimus thoracis* foi coletada na altura da 5ª e 7ª costela da meia-carcaça esquerda, para as análises de cor, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos. As amostras foram embaladas a vácuo, identificadas, congeladas em túnel de congelamento (-30 a -35°C) e mantidas em congelador comercial (-20°C) pelo período de 30 dias, até o momento das análises.

O músculo *longissimus thoracis*, descongelado a 4°C por 24 horas, foi seccionado transversalmente e foram obtidas três fatias com 15 mm de espessura da porção posterior do músculo amostrado. Nas superfícies das fatias, que ficaram em exposição aos gases atmosféricos por 30 minutos, foram determinadas as coordenadas de cor L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo), de acordo com o sistema CIE, usando o colorímetro Chroma-Meter Cr-400 (Minolta Camera Co., Ltda., Osaka, Japan), iluminante D65, 10° para observação padrão, calibrado para um padrão branco. Nove leituras foram realizadas por fatia e as médias foram utilizadas na análise estatística.

A perda de peso por cozimento foi determinada de acordo com os procedimentos recomendados pela AMSA (1978). As fatias foram pesadas, envolvidas individualmente

em papel alumínio e grelhadas em chapa elétrica pré-aquecida a 150°C, até a temperatura interna atingir 65°C. As peças, após o resfriamento a temperatura ambiente, foram novamente pesadas e a diferença de peso antes e após o cozimento foi considerada como sendo a perda de peso por cozimento, expressa em porcentagem do peso inicial. A média das três medidas obtidas por carcaça foi usada na análise estatística.

A maciez da carne foi avaliada pela técnica da força máxima necessária para cisalhar uma amostra. De cada fatia cozida usada na determinação da perda de peso por cozimento, três subamostras (1 × 1 cm) foram cortadas no sentido paralelo às fibras musculares e submetidas individualmente à análise na célula Warner-Bratzler com lâmina de 1,016 mm, acoplada ao texturômetro XT2 (Stable Micro Systems Ltd., Vienna Court, UK), com capacidade para 50 kg, utilizando-se o programa Texture Expert. O texturômetro foi calibrado para: velocidade do teste de 1,00 mm/s; velocidade pós-teste de 5,00 mm/s; e distância de 25,00 mm. A força máxima foi registrada para cada subamostra na curva do programa Texture Expert e a média das nove subamostras foi usada para cada carcaça na análise estatística.

A metodologia para determinação da composição centesimal seguiu os protocolos da AOAC (1995), de modo que: a proteína bruta foi quantificada pelo método micro Kjeldahl, utilizando o bloco digestor TE 007D (Tecnal Equipamentos para Laboratórios, Piracicaba, BR) e o destilador de nitrogênio TE 036/1 (Tecnal Equipamentos para Laboratórios, Piracicaba, BR); os lipídeos totais foram extraídos pelo método Soxhlet, com auxílio do extrator Soxhlet TE – 044-81/50 (Tecnal Equipamentos para Laboratórios, Piracicaba, BR); a umidade foi determinada em estufa TE 394/2 (Tecnal Equipamentos para Laboratórios, Piracicaba, BR) a 105°C, até peso constante; e as cinzas foram determinadas por incineração em mufla M15-200-3 (Ind. Com. Fornos Magnus Ltda, Belo Horizonte, BR) a 550°C. As análises foram realizadas em duplicata e a média foi utilizada na análise estatística. Os resultados foram expressos em percentuais da matéria integral.

Toda a porção cranial do músculo amostrado foi submetida a retirada da gordura superficial e foi homogeneizada individualmente com o triturador TE 102 (Tecnal Equipamentos para Laboratórios, Piracicaba, BR) até obtenção de uma massa homogênea, de onde foram tomadas frações para condução das análises de composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos.

Para determinação dos ácidos graxos e colesterol, 5 g de amostra foram submetidos à extração de lipídeos, segundo Folch et al. (1957), utilizando clorofórmio e metanol 2:1

(vol:vol). A determinação do colesterol foi realizada por colorimetria de acordo com a técnica de Bohac et al. (1988), usando o espectrofotômetro 50 Probe UV visível (Cary System, Varian Inc., Palo Alto, USA). Essa técnica de determinação do colesterol foi conduzida com as adaptações de Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2001) e os resultados foram expressos em mg por 100 g da amostra. As análises de colesterol foram realizadas em duplicata e a média foi utilizada nas análises estatísticas.

A determinação dos ácidos graxos seguiu os protocolos de Hartman & Lago (1973), procedendo-se à saponificação com solução de hidróxido de sódio em metanol 0,5M, seguida de metilação com cloreto de amônia, metanol e ácido sulfúrico. Posteriormente, os extratos foram submetidos à cromatografia gasosa, em cromatógrafo HP 6890 (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA), equipado com detector de ionização de chama, injetor split na razão 1:50 e coluna capilar CP-Sil 88 com 100 m de comprimento × 0,25 mm de diâmetro interno × 0,20 µm de espessura de filme, e os sinais foram processados pelo *software* Agilent Chemstation (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA).

As condições cromatográficas foram: temperatura inicial da coluna de 100°C/15 minutos; aumentada 10°C/minuto até 150°C e mantida por 5 minutos; depois a 1°C/minuto até os 158°C e mantida por 30 minutos; novamente a 1°C/minuto até 200°C e mantida por 60 minutos; temperatura do injetor de 250°C; e a do detector de 280°C. O gás de arraste utilizado foi o hélio a pressão constante de 32,78 psi.

Os ácidos graxos foram identificados por comparação aos tempos de retenção pelo padrão cromatográfico de C4:0 a C24:0 (SupelcoTM37 standard FAME Mix, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA) e expressos em porcentagem do total das áreas de pico dos ácidos graxos identificados.

O delineamento utilizado no experimento foi inteiramente casualizado e as variáveis obtidas em amostras de bovinos puros das raças Nelore e Angus foram submetidas à análise de variância usando o Proc GLM do SAS (SAS Institute, 2004), com modelo linear incluindo o efeito fixo das raças e o efeito aleatório do resíduo, considerando cada carcaça uma unidade experimental.

Resultados e Discussão

As médias de pH, luminosidade, teor de vermelho e perda de peso por cozimento foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os grupos genéticos (Tabela 1). Entretanto, a média do teor de amarelo foi maior ($P < 0,05$) nos animais Angus, enquanto a força de cisalhamento foi mais elevada ($P < 0,01$) em amostras de animais Nelore (Tabela 1), com diferença em torno de 1,3 kg.

Valores de pH semelhantes entre animais de raças *B. taurus* e *B. indicus* também foram descritos por Whipple et al. (1990) em animais Hereford × Angus, 3/8 Sahiwal e 5/8 Sahiwal. Todavia, as médias encontradas neste estudo são superiores aos valores considerados adequados (pH<5,8) para manutenção da vida de prateleira (Mach et al., 2008). O pH final ou a acidificação da carne corresponde ao acúmulo de ácido láctico oriundo da ressíntese do ATP a partir da glicose proveniente das reservas de glicogênio e normalmente bovinos terminados com pastagem possuem menor disponibilidade de glicogênio no momento do abate e pH final da carne mais elevado (Neath et al., 2007). Por outro lado, muitos fatores podem atuar no desencadeamento do estresse pré-abate, reduzir as reservas de glicogênio *ante mortem* e determinar carnes com valores de pH elevado (Jeleníková et al., 2008). Valores elevados (pH>5,80 e pH<6,2) também foram observados por Heinemann et al. (2003) em 60% dos animais Nelore e Nelore × Limousin.

As coordenadas fundamentais de cor L*, a* e b* na carne retratam: a luminosidade, que é influenciada pela quantidade de água na superfície da peça, consequência da capacidade de retenção de água (Purchas, 1990), e pela quantidade de gordura (Cañeque et al., 2003); o teor de vermelho, que reflete a quantidade de pigmento vermelho presente na mioglobina e no citocromo C (Hedrick et al., 1983); e o teor de amarelo, que é associado à composição de carotenoides (Priolo et al., 2001). Em trabalho de revisão, Muchenje et al. (2009) descreveram que, em bovinos, as médias de luminosidade variam entre 33,2-41,0, as médias de cor vermelha entre 11,1-23,6 e as médias de cor amarela, entre 6,1-11,3. Em bovinos jovens, Abularach et al. (1998) classificaram carnes escuras quando L*<29,68 e carnes claras quando L*>38,51; em relação à intensidade de vermelho, consideraram a*<14,83 como baixa e a*>29,27 como alta; e, para a intensidade de amarelo, b*<3,40 como

baixa e b*>8,28 como alta. Neste trabalho, as médias de L* e a* mantiveram-se dentro dos valores descritos por Muchenje et al. (2009) e entre os limites de cor considerados normais para carne bovina descritos por Abularach et al. (1998).

As médias do teor de amarelo diferiram entre animais Angus e Nelore. Entretanto, vários relatos descrevem a ausência de efeito raça no teor de amarelo: Chambaz et al. (2003) em amostras de animais terminados em sistema semi-extensivo das raças Angus (4,3), Charolês (4,7), Simental (4,1) e Limousin (4,9); Rodrigues & Andrade (2004) entre bovinos Nelore (1,50) e Nelore × Sindi (1,76) mantidos em confinamento; e Silveira et al. (2006) em animais Angus (4,64) e Angus × Nelore (4,47) terminados em pastagens. Neste trabalho, os animais foram terminados a pasto e, embora as médias do teor de amarelo sejam semelhantes àquelas descritas por Silveira et al. (2006), estas são inferiores aos valores apresentados por Muchenje et al. (2009). Normalmente, em animais terminados a pasto, as carnes têm elevadas quantidades de β-caroteno e elevado teor de amarelo (Kerth et al., 2007). Assim, esses baixos valores de amarelo encontrados em carnes de animais terminados a pasto podem ser reflexo da baixa composição em β-caroteno das pastagens utilizadas. Por outro lado, esse é um aspecto favorável para o atributo cor, pois os consumidores frequentemente relacionam carnes com gordura amarela de animais velhos (Muchenje et al., 2009).

As médias de força de cisalhamento, neste trabalho diferiram entre as amostras oriundas de animais Nelore e Angus. Resultados semelhantes são descritos pela maioria dos trabalhos com comparação de carnes de *B. indicus* puros ou mestiços com carnes de *B. taurus*, como: Whipple et al. (1990), em Hereford × Angus, 3/8 Sahiwal e 5/8 Sahiwal, que citaram médias de 7,0; 9,3 e 9,6 kg, respectivamente; e, Rubensam et al. (1998), em bovinos Hereford, 3/4 Hereford × 1/4 Nelore e 5/8 Hereford × 3/8 Nelore, que relataram valores de 6,10; 6,41 e 8,12 kg, respectivamente. Vários autores descrevem que a menor maciez em *B. indicus* é resultado da maior actividade da calpastatina, uma protease cálcio dependente, que atua inibindo a ação das calpaínas responsáveis pela fragmentação das estruturas miofibrilares e pelo amaciamento da carne *post mortem* (Whipple et al., 1990; Koohmaraie, 1992). Entretanto, alguns trabalhos apontam outros fatores responsáveis por variações na maciez entre raças, como: comprimento de sarcômero (Koohmaraie et al., 2002) e quantidade de colágeno total e colágeno insolúvel (Purslow, 2005).

As médias de umidade, proteína bruta, lipídeos totais e cinzas foram semelhantes (P>0,05) entre Angus e Nelore

Tabela 1 - Características físico-químicas do *longissimus thoracis* de bovinos

| Variável | Angus | Nelore | EPM | P |
|---------------------------------|-------|--------|-------|------|
| pH | 5,88 | 5,95 | 0,032 | n.s. |
| L* | 32,97 | 32,26 | 0,455 | n.s. |
| a* | 19,17 | 19,39 | 0,308 | n.s. |
| b* | 4,89 | 4,04 | 0,252 | * |
| Perda de peso por cozimento (%) | 29,90 | 29,95 | 1,038 | n.s. |
| Força de cisalhamento (kg) | 7,86 | 9,13 | 0,328 | ** |
| Umidade (%) | 73,85 | 73,67 | 0,234 | n.s. |
| Proteína (%) | 21,17 | 21,50 | 0,238 | n.s. |
| Lipídeos totais (%) | 2,99 | 3,17 | 0,247 | n.s. |
| Cinzas (%) | 0,98 | 0,95 | 0,038 | n.s. |
| Colesterol (mg/100 g) | 45,45 | 36,99 | 0,747 | *** |

* (P<0,05), ** (P<0,01), *** (P<0,001), n.s. (P>0,05).

(Tabela 1). Esses resultados diferem dos relatos de Vaz et al. (2001) e Moreira et al. (2003) que encontraram menor teor de umidade e maior gordura em animais Nelore (71,3 e 2,23%) em comparação aos Charolês (72,7 e 1,97%), ou nos animais Nelore (74,28 e 1,86) em comparação aos Nelore × Limousin (75,34 e 1,37%) terminados em confinamento ou em pastagem, respectivamente. Por outro lado, na análise centesimal de carnes, a gordura é o componente que apresenta maior variação, e as quantidades depositadas normalmente resultam do balanço entre energia da dieta e requerimentos metabólicos (Eriksson & Pickova, 2007). Portanto, a ausência de efeito das raças nos constituintes da composição centesimal, encontrada neste trabalho, pode ser consequência da ingestão de energia semelhante nos dois grupos, associada à fase fisiológica dos animais estudados, com semelhantes requerimentos energéticos. Em pesquisas para comparação de raças *B. taurus*, Nüernberg et al. (2005) e Latimori et al. (2008) também descreveram gordura intramuscular semelhante entre raças.

A média de colesterol na gordura intramuscular foi mais elevada ($P < 0,05$) nos animais Angus, em comparação aos Nelore (Tabela 1). Entretanto, a ausência de efeito de raças no colesterol foi relatada por Moreira et al. (2003) em animais *B. indicus* e animais cruzados (35,16 e 39,64 mg/100 g, respectivamente) e por Wheeler et al. (1987), em bovinos Chianina e Hereford × Angus (62,71 e 63,92 mg/100 g, respectivamente). Wheeler et al. (1987) descreveram que as concentrações de colesterol do músculo não variam entre raças, sexo ou tempo de alimentação, mas variam conforme as necessidades e funções das membranas celulares, enquanto as concentrações séricas são afetadas pelo metabolismo de lipídeos.

Ao avaliar os ácidos graxos saturados, foi encontrado efeito significativo ($P < 0,05$) do grupo genético apenas para o C14:0, cuja média foi maior nos animais da raça Nelore (Tabela 2). Na literatura, não existem trabalhos com comparação do perfil lipídico intramuscular entre animais dos grupos genéticos *B. taurus* e *B. indicus* terminados em condições semelhantes às deste trabalho. Entretanto, em músculos *longissimus dorsi* de vacas de descarte terminadas em confinamento, dos grupos genéticos $\frac{3}{4}$ Charolês × $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{1}{4}$ Charolês × $\frac{3}{4}$ Nelore, Kuss et al. (2007) não encontraram diferenças entre grupos para C14:0 (2,95 e 3,38%), C16:0 (30,72 e 32,33%) e C18:0 (18,67 e 18,58%) e Huerta-Leidenz et al. (1993), no tecido adiposo de vacas lactantes Brahman e Hereford observaram resultados contrários para o C14:0 (2,26 e 2,54%, $P > 0,05$), C16:0 (13,30 e 16,25%, $P < 0,05$) e C18:0 (4,70 e 6,16%, $P < 0,05$). Neste trabalho, embora o percentual de C14:0 nos animais Nelore

seja superior ao dos Angus em apenas 0,4%, este é um aspecto negativo da gordura dos *B. indicus*. Segundo Woollett et al. (1992), os ácidos graxos saturados C16:0 e C14:0 enriquecem os fosfolipídeos das membranas celulares, interferem com a função normal dos receptores de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), reduzem sua remoção e aumentam sua concentração no plasma, sendo, portanto, considerados hipercolesterolêmicos. Além disso, estudos epidemiológicos realizados por Katan & Mensink (1993) em pessoas que consomem grandes quantidades de C14:0 oriundos de produtos lácteos comprovaram colesterol total elevado e altas incidências de doença coronariana. Entre os ácidos graxos saturados, o C14:0 é considerado o mais hipercolesterolêmico, pois tem potencial para elevar 4 a 6 vezes mais a concentração plasmática de colesterol em comparação ao C16:0 (Mensink & Katan, 1992) quando ambos são provenientes de gorduras naturais. Entretanto, Khosla et al. (1997), estudando o efeito de dietas ricas em ácidos graxos saturados na alimentação humana, observaram que a dieta com C14:0 aumentou 1,5 vez o colesterol sérico, em comparação a dieta com C16:0, e descreveram que esse

Tabela 2 - Médias por raça para ácidos graxos^(a) do *longissimus thoracis* de bovinos

| Variável | Angus | Nelore | EP | P |
|---|-------|--------|-------|------|
| Ácidos graxos saturados | | | | |
| C14:0 | 2,27 | 2,66 | 0,084 | ** |
| C16:0 | 23,44 | 22,97 | 0,296 | n.s. |
| C18:0 | 19,07 | 18,00 | 0,531 | n.s. |
| ΣAGS ^b | 49,17 | 47,87 | 0,719 | n.s. |
| Ácidos graxos monoinsaturados | | | | |
| C14:1 <i>cis</i> 9 | 0,36 | 0,50 | 0,033 | ** |
| C16:1 <i>cis</i> 9 (C16:1n-7) | 2,25 | 2,43 | 0,110 | n.s. |
| C18:1 <i>cis</i> 9 (C18:1n-9) | 33,60 | 32,13 | 0,465 | * |
| C18:1 <i>trans</i> ^c | 2,02 | 2,60 | 0,077 | *** |
| ΣAGM ^d | 42,79 | 42,41 | 0,564 | n.s. |
| Ácidos graxos polinsaturados (AGP) | | | | |
| C18:2 <i>cis</i> 9,12 (C18:2n-6) | 2,60 | 3,30 | 0,230 | * |
| C18:3 <i>cis</i> 9,12,15 (C18:3n-3) | 0,89 | 1,45 | 0,071 | *** |
| C18:2 <i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11 (CLA) | 0,50 | 0,66 | 0,028 | *** |
| C20:4 <i>cis</i> 5,8,11,14 (C20:4n-6) | 1,25 | 1,29 | 0,121 | n.s. |
| C20:5 <i>cis</i> 5,8,11,14,17 (C20:5n-3) | 0,42 | 0,61 | 0,066 | n.s. |
| C22:5 <i>cis</i> 7,10,13,16,19 (C22:5n-3) | 0,90 | 0,95 | 0,073 | n.s. |
| C22:6 <i>cis</i> 4,7,10,13,16,19 (C22:6n-3) | 0,10 | 0,10 | 0,010 | n.s. |
| ΣAGP ^e | 8,05 | 9,72 | 0,564 | * |
| Σn-6 ^f | 4,33 | 4,93 | 0,367 | n.s. |
| Σn-3 ^g | 2,31 | 3,11 | 0,204 | ** |
| Σn-6/Σn-3 | 1,88 | 1,58 | 0,043 | *** |

* ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), *** ($P < 0,001$), n.s. ($P > 0,05$).

^a Valores em % do total da área de ácidos graxos.

^b Somatório dos ácidos graxos saturados.

^c Somatório dos ácidos graxos C18:1 *trans* identificados.

^d Somatório dos ácidos graxos monoinsaturados.

^e Somatório dos ácidos graxos polinsaturados.

^f Somatório dos ácidos graxos polinsaturados n-6.

^g Somatório dos ácidos graxos polinsaturados n-3.

pequeno aumento no colesterol sérico foi devido à origem sintética dos ácidos graxos utilizados e, nesse caso, à posição de ligação dos ácidos graxos à molécula de glicerol é aleatória, enquanto em triglicerídeos naturais essa distribuição posicional é específica.

Nos ácidos graxos monoinsaturados foram observados percentuais mais elevados de C14:1 *cis* 9 ($P < 0,01$) e C18:1 *trans* ($P < 0,001$) em animais Nelore, enquanto, o C18:1 *cis* 9 foi mais elevado ($P < 0,05$) em animais Angus. Entretanto, o C16:1 *cis* 9 e o total de ácidos graxos monoinsaturados foram semelhantes ($P > 0,05$) entre as raças (Tabela 2).

O efeito genético mais pronunciado nos ácidos graxos monoinsaturados foi observado nos ácidos C18:1 *trans*, oriundos da biohidrogenação incompleta do C18:2*n*-6 e C18:3*n*-3 a C18:0 (Ascherio & Willett, 1997). Dos ácidos graxos monoinsaturados, o C18:1 *trans* 11 é predominante na carne e no leite e precursor do ácido linoleico conjugado na síntese endógena, por ação da Δ^9 dessaturase (Salminen et al., 1998). Avaliando o efeito genético, Kuss et al. (2007), compararam *B. taurus* e *B. indicus* e não encontraram influência dos grupos genéticos sobre os ácidos graxos C18:1 *trans* na gordura intramuscular. Entretanto, considerando os achados de Sackmann et al. (2003), que descreveram, em sistemas de terminação com níveis elevados de forragem, maior produção de ácidos graxos resultantes da biohidrogenação ruminal, e os relatos de Solis et al. (1988) e Menezes et al. (2007), que descreveram menor trato gastrointestinal e volume do rúmen em *B. indicus* em comparação a *B. taurus*, é possível que a diferença encontrada neste trabalho nos ácidos graxos C18:1 *trans* entre Angus e Nelore seja reflexo de diferenças na fisiologia do rúmen e no processo da biohidrogenação. Uma justificativa semelhante foi sugerida por Mendoza et al. (2005) para a diferença significativa nas taxas de ácido linoleico conjugado (outro ácido graxo intermediário produzido durante a biohidrogenação) entre animais *Bubalus bubalis* e *B. indicus*. A diferença entre os resultados de Kuss et al. (2007) e os deste trabalho pode ser atribuída à dieta (estes autores estudaram animais sob suplementação com grãos) e/ou aos grupos genéticos usados (os autores compararam animais cruzados $\frac{3}{4}$ Charolês \times $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{1}{4}$ Charolês \times $\frac{3}{4}$ Nelore).

Nos animais Nelore, os percentuais de C18:2*n*-6 ($P < 0,05$), C18:3*n*-3 ($P < 0,001$), C18:2 *cis* 9, *trans* 11 ($P < 0,001$), total de *n*-3 ($P < 0,01$) e total de ácidos graxos poliinsaturados ($P < 0,05$), foram significativamente mais elevados do que nos animais Angus. Considerando que os animais foram terminados a pasto e que a fração lipídica se caracteriza por apresentar quantidades elevadas de C18:3*n*-3, que varia de 60 a 75% (Goffman & Böhme, 2001; Boufaied et al., 2003), as

maiores quantidades de C18:2*n*-6, C18:3*n*-3, C18:2 *cis* 9, *trans* 11, total de *n*-3 e o total de ácidos graxos poliinsaturados depositados na gordura de animais Nelore podem ser atribuídas às diferenças genéticas no processo da biohidrogenação, associadas aos processos enzimáticos microbianos e/ou ao tempo de permanência das partículas alimentares no rúmen (Wood et al., 2008).

Contudo, os ácidos graxos C20:4*n*-6, C20:5*n*-3, C22:5*n*-3, C22:6*n*-3 e o total de *n*-6 foram semelhantes entre Nelore e Angus. Dannenberger et al. (2006), comparando Holstein e Simmental, descreveram resultados similares entre raças para o C20:4*n*-6 e total de *n*-6, mas relataram diferenças entre raças para C20:5*n*-3, C22:5*n*-3 e C22:6*n*-3. Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa no músculo encontram-se associados aos fosfolipídios das membranas celulares, cujos valores são pouco influenciados pela espécie, raça, nutrição e idade, a fim de manter propriedades e funções das membranas (Raes et al., 2004). As proporções de ácidos graxos poliinsaturados oriundos do C18:3*n*-3 e C18:2*n*-6 são controladas por um complexo sistema enzimático de dessaturases e elongases (Raes et al., 2004; Wood et al., 2008).

A relação *n*-6/*n*-3 nos animais Nelore foi mais baixa ($P < 0,001$) que nos Angus, embora os dois grupos de animais mostrem resultados adequados (inferiores a 4). Segundo De Smet et al. (2004), a razão *n*-6/*n*-3 é mais influenciada pelo efeito da dieta que pelo efeito genético, verificando-se que, em animais terminados a pasto, a razão varia de 1,4 a 2,0 e em animais terminados com concentrado, de 6,0 a 10 (Nüernberg et al., 2005; Garcia et al., 2008), pois as gramíneas são ricas em C18:3*n*-3 e os grãos, em C18:2*n*-6 (Goffman & Böhme, 2001; Boufaied et al., 2003). Na dieta humana, o consumo de alimentos com quantidades adequadas de ácidos graxos poliinsaturados é muito importante, pois reduz os níveis séricos de colesterol. Alguns são considerados essenciais e são precursores de várias substâncias – algumas são vasoativas e influenciam a viscosidade sanguínea, a permeabilidade dos vasos e a pressão arterial (Tapiero et al., 2002). Entretanto, dietas com elevadas quantidades de ácidos graxos da série *n*-6 ou razão *n*-6/*n*-3 elevada (acima de 4) podem aumentar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, são relacionados a doenças como trombozes, arritmias, artrite, asma e psoríase (Tapiero et al., 2002).

Na gordura intramuscular de animais Nelore houve maior deposição de C18:2*n*-6, C18:3*n*-3 e do total de ácidos graxos poliinsaturados, bem como maior deposição de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação (C18:1 *trans* e C18:2 *trans* 11). Esses resultados sugerem que, na

raça Nelore, ou houve maior aporte nas quantidades de C18:2*n*-6 e C18:3*n*-3, seguido de maior produção de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação, ou maior quantidade de C18:2*n*-6 e C18:3*n*-3 passou no rúmen sem sofrer biohidrogenação, acompanhada de maior biohidrogenação incompleta. Uma possível diferença na efetividade do metabolismo da biohidrogenação entre animais Nelore e Angus pode estar relacionada ao menor tamanho do trato gastrointestinal (Solis et al., 1988) ou do rúmen (Menezes et al., 2007) de *B. indicus*, em comparação ao *B. taurus*.

Conclusões

Os grupos genéticos *B. taurus* e *B. indicus* terminados a pasto influenciam a maciez, as taxas de colesterol e o perfil de ácidos graxos. Esse efeito é mais pronunciado nos ácidos graxos poliinsaturados C18:1 *trans*, C18:2 *cis* 9, *trans* 11 (CLA) e C18:3*n*-3, o que sugere diferença entre animais das raças Angus e Nelore no metabolismo da biohidrogenação. Assim, em animais terminados a pasto, embora a carne de animais Nelore seja menos macia, nutricionalmente é mais saudável que a de animais Angus, pois mostra menores quantidades de colesterol e maiores quantidades de ácidos graxos *n*-3, de ácido linoleico conjugado (CLA) e do seu precursor (C18:1 *trans*).

Agradecimentos

À CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG, pelo apoio na forma de bolsas; ao Serviço de Inspeção Federal e à Empresa Frisa, pela doação e pelo auxílio na obtenção e conservação das amostras.

Referências

- 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 Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.205-210, 1998.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: American Meat Science Association, National Live Stock and Meat Board, 1978. 24p.
- ASCHERIO, A.; WILLET, W.C. Health effects of *trans* fatty acids. **American Journal Clinical Nutrition**, v.66, p.1006-1010, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.
- BOHAC, C.E.; RHEE, K.S.; CROSS, H.R. et al. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal Food Science**, v.53, p.1642-1645, 1988.
- BOUFAIED, H.; CHOUINARD, P.Y.; TREMBLAY, G.F. et al. Fatty acids in forages. I Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.501-511, 2003.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Determinação de colesterol em carne: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.60, p.53-57, 2001.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1952. 159p.
- CANEQUE, V.; VELASCO, S.; DÍAZ, M.T. et al. Use of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management systems and its effect on meat and carcass quality. **Animal Research**, v.52, p.271-285, 2003.
- CHAMBAZ, A.; SCHEEDER, M.R.L.; KREUZER, M. et al. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, v.63, p.491-500, 2003.
- DANNENBERGER, D.; NÜRNBERG, K.; NÜRNBERG, G. et al. Carcass-and meat quality of pasture × concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. **Arch Tierzucht**, v.49, p.315-328, 2006.
- DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v.53, p.81-98, 2004.
- ERIKSSON, S.F.; PICKOVA, J. Fatty acids and tocopherol levels in m. *longissimus dorsi* of beef cattle in Sweden - a comparison between seasonal diets. **Meat Science**, v.76, p.746-754, 2007.
- FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2849-2855, 2000.
- GAMA, L.T. **Melhoramento genético animal**. Lisboa: Escolar Editora, 2002. 306p.
- GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M. et al. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v.79, p.500-508, 2008.
- GOFFMAN, F.D.; BÖHME, T. Relationship between fatty acid profile and vitamin E content in maize hybrids (*Zea mays* L.). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.49, p.4990-4994, 2001.
- HARTMAN, L.; LAGO, R.C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, p.475-476, 1973.
- HEDRICK, H.B.; PATERSON, J.A.; MATCHES, A.G. et al. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn grain. **Journal of Animal Science**, v.57, p.791-801, 1983.
- 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.
- HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; SAVELI, J.W. et al. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. **Journal of Animal Science**, v.71, p.625-630, 1993.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da pecuária. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=759&id_pagina=1.2007>. Acesso em: 15/10/2007.
- IP, C. Review of the effects of *trans* fatty acids, oleic acid, *n*-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.66, p.1523-1529, 1997.
- JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of *ante-mortem* treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, v.80, p.870-874, 2008.
- KATAN, M.B.; MENSINK, R.P. Dietary fat quality and serum lipoproteins: an update. **Scandinavian Journal of Nutrition**, v.37, p.52-54, 1993.

- KERTH, C.R.; BRADEN, K.W.; COX, R. et al. Carcass, sensory, fat color, and consumer acceptance characteristics of Angus-cross steers finished on ryegrass (*Lolium multiflorum*) forage or on a high-concentrate diet. **Meat Science**, v.75, p.324-331, 2007.
- KHOSLA, P.; HAJRI, T.; PRONCZUK, A. et al. Decreasing dietary lauric and myristic acids improves plasma lipids more favorably than decreasing dietary palmitic acid in Rhesus Monkeys fed AHA step 1 type diets. **Journal of Nutrition**, v.127, p.525S-530S, 1997.
- KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 1992, Boulder. **Proceedings...** Boulder: Colorado State University, 1992. v.45, p.63-71.
- KOOHMARAIE, M.; KENT, M.P.; SHACKELFORD, S.D. et al. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v.62, p.345-352, 2002.
- KUSS, F.; RESTLE, J.; KOSLOSKI, J.V. et al. Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular da carne de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento, abatidas com distintos pesos. **Ciência Rural**, v.37, p.815-820, 2007.
- LATIMORI, N.J.; KLOSTER, A.M.; GARCÍA, P.T. et al. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. **Meat Science**, v.79, p.463-469, 2008.
- MACH, N.; BACH, A.; VELARDE, A. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v.78, p.232-238, 2008.
- MARIANTE, A.S.M.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of animal genetic resource Brazil**. Brasília: Embrapa Genetic Resource and Biotechnology, 2003. 92p.
- MENDOZA, M.G.; MORENO, L.A.; HUERTA-LEIDENZ, N. et al. Occurrence of conjugated linoleic acid in *Longissimus dorsi* muscle of water buffalo (*Bubalus bubalis*) and zebu-type cattle raised under savannah conditions. **Meat Science**, v.69, p.93-100, 2005.
- MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Órgãos internos e trato gastrointestinal de novilhos de gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.120-129, 2007.
- MENSINK, R.P.; KATAN, M.B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v.12, p.911-919, 1992.
- MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. et al. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, p.607-614, 2003.
- MUCHENJEA, V.; DZAMAC, B.K.; CHIMONYOA, M. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, v.112, p.279-289, 2009.
- NEATH, K.E.; DEL BARRIO, A.N.; LAPITAN, R.M. et al. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during *post mortem* aging. **Meat Science**, v.75, p.499-505, 2007.
- NÜERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NÜERNBERG, G. et al. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, p.137-147, 2005.
- PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: a review. **Animal Research**, v.50, p.185-200, 2001.
- PURCHAS, R.W. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. **Meat Science**, v.27, p.120-140, 1990.
- PURSLOW, P.P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, v.70, p.435-447, 2005.
- RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugate linoleic acids in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.199-221, 2004.
- RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F. Qualidade de carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1839-1849, 2004.
- RODRIGUES, V.C.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G. et al. Fatty acids in meat of buffalo and beef cattle from castrated and young bulls animals. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.434-443, 2004.
- ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C. et al. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuinos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1841-1846, 2009.
- RUBENSAM, J.M.; FELICIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.405-409, 1998.
- SACKMANN, J.R.; DUCKETT, S.K.; GILLIS, M.H. et al. Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal bihydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3174-3181, 2003.
- SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHIANEN, M. et al. Dietary *trans* fatty acid increased conjugated linoleic acid levels in human serum. **Nutrition Biochemistry**, v.9, p.93-98, 1998.
- SILVEIRA, I.D.B.; FISCHER, V.; SOARES, G.J.D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.519-526, 2006.
- SOLIS, J.C.; BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. et al. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. **Journal of Animal Science**, v.66, p.764-773, 1988.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. [2004]. **SAS 9.1.2 for Microsoft Windows**. Germany: SAS International, Heidelberg. Disponível em: <http://support.sas.com>. Acesso em: 30/4/2010.
- TAPIERO, H.; NGUYEN-BA, G.; COUVREUR, P. et al. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. Review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.56, p.215-222, 2002.
- WHEELER, T.L.; DAVIS, G.W.; STOECKER, B.J. et al. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. **Journal of Animal Science**, v.65, p.1531-1537, 1987.
- WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E. et al. Evaluation of attributes that affect *longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2716-2728, 1990.
- WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. **Meat Science**, v.78, p.343-358, 2008.
- WOOLLETT, A.L.; SPADY, K.D.; DIETSCHY, M.J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate. **Journal of Lipid Research**, v.33, p.77-88, 1992.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D. et al. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.518-525, 2001.
- YANG, A.; LARSEN, T.W.; SMITH, S.B. et al. Δ^9 Desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue of different fatty acid composition. **Lipids**, v.34, p.971-978, 1999.