



Semina: Ciências Agrárias

ISSN: 1676-546X

semina.agrarias@uel.br

Universidade Estadual de Londrina

Brasil

Nunes do Prado, Ivanor; Maggioni, Daniele; dos Santos Abrahão, José Jorge; Zawadzki, Fernando; Velandia Valero, Maribel; de Araújo Marques, Jair; Haruyosi Ito, Roberto; Perotto, Daniel

Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura

Semina: Ciências Agrárias, vol. 32, núm. 4, octubre-diciembre, 2011, pp. 1461-1476

Universidade Estadual de Londrina

Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744110023>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura

Chemical composition and fatty acids profile on *Longissimus* muscle of crossbred bulls fed with sugar cane or sorghum silage and finished with 3.4 or 4.8 mm of fat thickness

Ivanor Nunes do Prado^{1*}; Daniele Maggioni²; José Jorge dos Santos Abrahão³; Fernando Zawadzki⁴; Maribel Velandia Valero⁴; Jair de Araújo Marques⁵; Roberto Haruyosi Ito⁴; Daniel Perotto³

Resumo

Este trabalho foi realizado para avaliar a composição química e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de três grupos genéticos (ZEB – Zebu; LIZ – Limousin vs. Zebu e ANZ – Angus vs. Zebu) alimentados com silagem de sorgo + 1,0% do peso vivo de concentrado ou cana-de-açúcar + 1,2% do peso vivo de concentrado, e abatidos em dois graus de acabamento (3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura). Foram utilizados 36 bovinos com idade de 21 meses e peso médio inicial de 330 ± 44 kg terminados em confinamento após período de 115 ou 147 dias de alimentação. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos teores de umidade (74,09%), cinzas (0,99%), proteína bruta (21,61%), lipídios totais (1,69%) e colesterol total (37,83 mg/100g de músculo) no músculo *Longissimus* entre os grupos genéticos e as dietas. O músculo *Longissimus* de bovinos abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura apresentou maior ($P < 0,05$) teor de umidade (75,40%) e cinzas (1,03%) quando comparado aos abatidos com 4,8 mm (72,78 e 0,96%, respectivamente). Bovinos do grupo genético LIZ apresentaram maiores concentrações ($P < 0,05$) de ácido eicosapentaenoíco (0,45%) e ômega 3 (0,98%) em relação aos ZEB (0,18 e 0,62%, respectivamente) e ANZ (0,25 e 0,70%, respectivamente). A dieta composta por cana-de-açúcar resultou em maior ($P < 0,05$) deposição do ácido graxo palmitolélico (3,07%) em relação à dieta composta por silagem de sorgo (2,57%). Este resultado foi obtido em função da maior atividade da enzima Δ^9 Dessaturase C16 nos bovinos alimentados com cana de açúcar. A silagem de sorgo proporcionou aumento ($P < 0,05$) na deposição do ácido 22:4 n-6 (0,14%) em comparação à cana de açúcar (0,10%). O grau de acabamento das carcaças não influenciou ($P > 0,05$) a composição dos ácidos graxos, com exceção para a razão ômega 6/ômega 3. O abate de bovinos com 3,4 mm de gordura de cobertura proporcionou melhor ($P < 0,05$) razão ômega 6/ômega 3 (7,33 vs. 8,63). A composição química e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos

¹ Prof. Titular do Deptº de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, UEM. Bolsista 1A de produtividade em pesquisa do CNP. E-mail: inprado@uem.br

² Profª. da Faculdade Integrado de Campo Mourão, Paraná. E-mail: daniellemaggioni@hotmail.com

³ Pesquisador do IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná. E-mail: jabrahao@iapar.br; dperotto@iapar.br

⁴ Aluno de Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, UEM. Av. Colombo, 5790, CEP: 87020-900, Maringá, PR. E-mail: fernandozawadzki@hotmail.com; maribelvelandia@hotmail.com; haruito@gmail.com

⁵ Prof. Dr. do Deptº de Zootecnia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, Bahia. E-mail: jmarques@ufrb.edu.br

* Autor para correspondência

Recebido para publicação 06/06/2010 Aprovado em 03/02/2011

analisados neste estudo apresentam pouca variação em função dos grupos genéticos, dietas e graus de acabamentos.

Palavras chave: Carne, colesterol, cruzamento industrial, ômega 3, ômega 6

Abstract

This study was carried out to evaluate the chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of cattle from three genetic groups (ZEB - Zebu, LIZ - Limousin vs. Zebu and ANZ - Angus vs. Zebu) fed sorghum silage + 1.0% of body weight of concentrate or sugar cane + 1.2% of body weight of concentrate and were slaughtered at one of two fat thickness levels (3.4 or 4.8 mm fat thickness). Were used 36 bulls with age 21 months and weighing 330 ± 44.0 kg finished in feedlot after 115 or 147 days. There were no differences in moisture content (74.09%), ash (0.99%), protein (21.61%), total lipids (1.69%) and total cholesterol (37.83 mg/100 g of muscle) among the genetic groups and diets. The *Longissimus* muscle of animals slaughtered at 3.4 mm of fat thickness had higher moisture content (75.40%) and ash (1.03%) when compared to slaughtered 4.8 mm (72.78 and 0.96%, respectively). Genetic groups LIZ showed higher concentrations of eicosapentaenoic acid (0.45%) and omega 3 (0.98%) compared to ZEB (0.18 and 0.62%, respectively) and ANZ (0.25 and 0.70%, respectively). The diet consists of sugar cane resulted in increased deposition of fatty acid palmitoleic (3.07%) in relation to diet composed of sorghum silage (2.57%). This result was obtained due to higher activity of the enzyme Δ^9 -desaturase C16 in animals fed with sugar cane. Sorghum silage increased the deposition of acid 22:4 n-6 (0.14%) compared to sugar cane (0.10%). The fat thickness levels of the carcasses had no effect on fatty acid composition, except for the ratio omega 6/omega 3. The slaughter of animals with 3.4 mm of fat thickness provided the best ratio omega 6/omega 3 (7.33 vs. 8.63). The chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of animals analyzed in this study show little variation in terms of genetic groups, diets and fat thickness levels.

Key words: Beef, cholesterol, crossbred bulls, omega 3, omega 6

Introdução

O perfil dos consumidores de carne tem passado por mudanças, principalmente no que se refere à busca por melhor qualidade, havendo uma crescente preocupação com o conteúdo de gordura e colesterol dos produtos de origem animal. Dessa forma, embora o Brasil esteja inserido entre os maiores produtores de carne bovina do mundo, é preciso melhorar a qualidade da carne. A carne de ruminantes apresenta elevado teor de gordura saturada e monoinsaturada e pequenas quantidades de ácidos graxos poliinsaturados (SCOLLAN et al., 2006; PADRE et al., 2007; DUCATTI et al., 2009; ROTTA et al., 2009b) em relação à carne de não ruminantes. A elevada concentração de gordura saturada na carne dos ruminantes é devido ao processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados oriundos da alimentação, que os transformam em ácidos

graxos saturados (FRENCH et al., 2000). Dessa forma, a composição de ácidos graxos da carne bovina não atende as atuais recomendações médicas que aconselha uma redução na ingestão de gordura saturada e o aumento do consumo de gordura insaturada, particularmente dos ácidos graxos da família ômega 3 (HMSO, 1994; WHO, 2003).

Os ácidos graxos saturados (AGS), sobretudo os ácidos mirístico (14:0) e palmítico (16:0) apresentam potencial para elevar o LDL colesterol sanguíneo nos humanos (WHO, 2003; LI et al., 2005), e consequentemente desencadear doenças coronarianas (WOOD et al., 2003). Por outro lado, os ácidos graxos monoinsaturados e principalmente, os poliinsaturados proporcionam benefícios à saúde humana (SCOLLAN et al., 2006). Os ácidos graxos ômega 3 apresentam funções anti-carcinogênica e evitam a formação de trombos, o que reduz os riscos de problemas

cardíacos (ENSER, 2001; HU, 2001).

Embora a carne bovina possua como desvantagem o seu elevado teor de AGS, em contrapartida, possui também o ácido linoléico conjugado (CLA), que é reconhecido pelas propriedades antiteratogênicas, imune mediação, redução de riscos de tumores, redução da gordura corporal e prevenção de diabetes (MULVIHILLI, 2001).

Todavia, a qualidade da carne bovina pode ser melhorada com introdução de novas tecnologias. Entre os principais fatores que influenciam a qualidade da carne dos bovinos estão: a dieta (FRENCH et al., 2000; PRADO et al., 2008a; MAGGIONI et al., 2009; 2010), o sexo (ARICETTI et al., 2008), a castração (PRADO et al., 2009b), a raça (PRADO et al., 2008b, c, d; PRADO et al., 2009a, c), ROTTA et al., 2009a, b) e o grau de acabamento (ALDAI et al., 2007). Embora a gordura de cobertura (ácidos graxos saturados) seja pouco desejável, na carcaça de bovinos ela é necessária para proteção da carcaça no momento de congelamento e cocção. Assim sendo, o mercado da carne exige um mínimo de 3 mm de espessura de gordura de cobertura para boa comercialização. Além disso, a presença da gordura intramuscular na carne proporciona melhor aroma e sabor.

No que concerne a alimentação, na dieta dos bovinos terminados em confinamento é prática o uso de silagem de milho como volumoso. No entanto, a silagem de milho apresenta um custo superior à silagem de sorgo e cana de açúcar. Alguns dados da literatura mostram que o uso da silagem de sorgo ou cana de açúcar poderia proporcionar ganhos elevados em animais em confinamento (ABRAHÃO et al., 2005) com redução dos custos de produção.

Este trabalho foi realizado para avaliar a composição química e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos Zebus e mestiços (Limousin vs. Zebu ou Angus vs. Zebu) alimentados com dietas a base de silagem de sorgo ou cana de açúcar e abatidos com dois diferentes graus de espessura de gordura de cobertura (3,4 ou 4,8 mm).

Material e Métodos

Local, animais e manejo

O experimento foi desenvolvido no setor de Bovinocultura de Corte do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), na Estação Experimental de Paranavaí, localizada na região Noroeste do Paraná, Sul do Brasil. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Produção Animal da Universidade Estadual de Maringá (CIOMS/OMS, 1985) e seguiu os princípios da biomédica de pesquisa com animais. As análises químicas da carne foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As análises dos teores de colesterol total e dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Química da UEM.

Foram utilizados 36 bovinos machos não castrados (Zebu, Limousin vs. Zebu e Angus vs. Zebu) com idade média inicial de 21 meses e 330 ± 44 kg de peso vivo, alojados em baias individuais, com acesso a comedouro e bebedouro. Os bovinos foram alimentados duas vezes ao dia (9h00 e 15h00) com concentrado à base de farelo de soja, milho, ureia, calcário e sal mineral e como fonte de volumoso, silagem de sorgo ou cana de açúcar (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas experimentais (%MS).

Alimentos	Dietas	
	SIL ¹	CAN ²
Silagem de sorgo	54.5	-
Cana de açúcar	-	36.8
Milho	35.4	49.2
Farelo de soja	8.83	12.3
Ureia	0.50	0.70
Calcário calcítico	0.50	0.70
Sal mineral	0.25	0.35
Composição química		
Matéria seca, %	44.6	51.9
Proteína bruta, %	13.7	12.7
Fibra em detergente neutro, %	41.5	32.9
Fibra em detergente ácido, %	22.5	15.8
Matéria orgânica, %	94.6	96.8
Cinzas, %	5.40	3.20
Extrato etéreo, %	3.50	3.10
Nutrientes digestíveis totais, %	63.3	67.4

¹Silagem de sorgo + 1.0% do peso vivo de concentrado. ²Cana de açúcar picada + 1.2% do peso vivo de concentrado.

Tratamentos

Dietas: Os animais foram alimentados com duas dietas experimentais: 1. SIL – silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) + 1,0% do PV de concentrado e 2. CAN – cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) picada + 1,2% do PV de concentrado. O volumoso foi fornecido à vontade e a percentagem de concentrado calculada com base no peso vivo (PV) foi reajustada a cada 28 dias após as pesagens dos animais. As dietas foram fornecidas de maneira a proporcionar uma razão volumoso:concentrado de 44:56.

Grupo genético: Foram estudados os seguintes grupos genéticos: 1. ZEB – bovinos Zebu (n = 10); 2. LIZ – bovinos Limousin vs. Zebu (n = 12) e ANZ – bovinos Angus vs. Zebu (n = 14).

Grau de acabamento: Os bovinos foram abatidos

conforme acabamento previsto de 3,0 e 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura (EGC) entre a 12^a e 13^a costelas. A gordura de cobertura foi monitorada com uso do aparelho de ultra-sonografia (ALOKA 500 munido de Transdutor UST-5049-3,5) segundo Herring et al. (1994). Todavia, após o abate a EGC determinada com uso de paquímetro foi de 3,4 e 4,8 mm. Os bovinos com menor grau de acabamento foram abatidos após 115 dias de confinamento, enquanto os bovinos com maior grau de acabamento foram abatidos após 147 dias de confinamento.

Abate e amostragens

Ao final do confinamento os bovinos foram abatidos em um frigorífico comercial distante 20 km do IAPAR, após repouso e jejum de 14 horas, seguindo as técnicas de abate utilizadas

pelas indústrias frigoríficas do Brasil. As meias-carcaças foram identificadas e levadas para câmara fria mantida a 20°C durante 24 horas. Após o resfriamento, amostras do músculo *Longissimus* foram coletadas na área do corte transversal entre a 12^a e 13^a costelas. A gordura foi descartada e a porção muscular foi congelada à -20°C para futuras análises.

Análises de laboratório

Composição química: As análises laboratoriais foram realizadas três meses após o abate. Para a realização das análises as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente (20°C), moídas, homogeneizadas e analisadas em triplicata. Os teores de umidade e cinzas da carne foram determinados segundo a metodologia da AOAC (1998). O conteúdo de proteína bruta foi obtido pelo método Kjeldahl (AOAC, 1998). Os lipídios totais foram extraídos pelo método de Bligh e Dyer (1959) com uma mistura de cloroformo/metanol. Análises de colesterol foram realizadas pelo método modificado por Rowe et al. (1999). Foi adicionada à amostra uma solução aquosa de hidróxido de potássio a 60% (P/V) em quantidade equivalente a 2 ml/g de amostra. O resíduo foi dissolvido novamente em 2 ml de hexano contendo 0,2 mg/ml de padrão interno 5 α -colestane (Sigma, EUA). O conteúdo de colesterol total foi determinado por meio do cromatógrafo gasoso Shimadzu 14-A, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (25 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 μ m de SE-30). As temperaturas do injetor, detector e coluna, foram 260, 280 e 280°C, respectivamente. Os fluxos de gases ultra puros (White Martins) foram: 1,5 ml/min para o gás de arraste (H_2); 30 ml/min para o gás de reposição - *make-up* (N_2); 300 ml/min para o ar sintético e 30 ml/min para o N_2 da chama. A razão de divisão (split) da amostra foi de 1:150. As áreas de pico foram determinadas por meio de Integrador-Processador CG-300, sendo a identificação do

colesterol total efetuada por comparação com padrões Sigma (EUA). A quantificação do colesterol contido na amostra foi realizada após a verificação da linearidade do método. Foram preparadas e analisadas soluções de colesterol padrão (Sigma, EUA), com concentrações de 0,0; 0,4; 0,8; 1,6 e 2,0 mg/ml, todas contendo 0,20 mg/ml de 5 α -colestane (Sigma, EUA) e analisadas. A razão entre as áreas do colesterol e 5 α -colestane foi plotada contra a concentração de colesterol, para volumes injetados de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 μ l. A curva obtida foi usada para análise do colesterol em mg/100 g (ROWE et al., 1999; MILINSK et al., 2005).

A transesterificação dos triacilgliceróis para a obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada conforme o método ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados pelo cromatógrafo gasoso (Varian, USA), equipado com um detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP - 7420 (100 m, 0,25 mm e 0,20 μ m de o.d.). Foi programada temperatura da coluna de 165°C por 18 min, 180°C (30°C/min) por 22 min e 240°C (15°C/min) por 20 min, utilizando uma pressão de 45 psi. As temperaturas do injetor e detector foram 220° e 245°C, respectivamente. Os fluxos de gases usados foram de 1,4 ml/min para o gás de arraste (H_2), 30 ml/min para o gás *make-up* (N_2), e 30 e 300 ml/min para os gases da chama H_2 e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão da amostra foi de 1/80. Os ácidos graxos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma), por coeluição (spiking) de padrões junto com a amostra. As áreas de picos foram determinadas pelo CG-300 integrador (CG Instruments, Brasil). Os dados foram expressos como porcentagens de área normalizadas dos ácidos graxos.

Foram calculados os índices de atividade das enzimas A⁹-dessaturase C16 e C18, responsáveis pela conversão dos ácidos graxos saturados com 16 e 18 átomos de carbono, respectivamente, em

seus correspondentes monoinsaturados com dupla ligação no carbono 9, conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997). Esse índice expressa a quantidade do produto (ácido graxo monoinsaturado) como porcentagem do substrato disponível para a conversão e foram obtidos por meio das equações: Δ^9 -Dessaturase (16) – índice de atividade da enzima dessaturase C16 = $100 * [16:1/(16:0+16:1)]$ e Δ^9 -Dessaturase (18) – índice de atividade da enzima dessaturase C18 = $100 * [18:1/(18:0+18:1)]$.

Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados foram submetidos à análise de variância e pelo teste de Tukey, utilizando-se o pacote estatístico SAS (2003). Os dados foram comparados adotando-se um nível de 5% de significância, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + G_j + A_k + (DGA)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Onde: Y_{ijkl} = observação do animal i submetido ao tratamento i, j e k; μ = constante geral; D_i = efeito da dieta i e i = 1, 2; G_j = efeito do grupo genético j

e $j = 1, 2, 3$; A_k = efeito do grau de acabamento da carcaça k e $k = 1, 2$; DGA_{ijk} = interação da dieta de ordem i x grupo genético de ordem j x grau de acabamento de ordem k; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ijk} .

Resultados e Discussão

Não houve efeito ($P > 0,05$) da interação grupos genéticos x dietas x graus de acabamento para a composição química e perfil de ácidos graxos. Desta forma, os dados foram apresentados e discutidos como efeitos principais.

Grupos genéticos (Zebu, Limousin vs. Zebu e Angus vs. Zebu)

Os teores de umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e colesterol não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos grupos genéticos (Tabela 2). Os valores médios para umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e colesterol foram 74,09%; 0,99%; 21,61%; 1,69% e 37,83 mg/100 g de músculo, respectivamente.

Tabela 2. Composição química do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos.

Variáveis	Grupo Genético			$P < F^4$
	ZEB ¹	LIZ ²	ANZ ³	
n	10	12	14	
Umidade, %	$74,0 \pm 0,38$	$74,4 \pm 0,36$	$73,9 \pm 0,32$	NS
Cinzas, %	$0,99 \pm 0,01$	$1,00 \pm 0,01$	$1,00 \pm 0,01$	NS
Proteína, %	$21,4 \pm 0,39$	$21,8 \pm 0,37$	$21,6 \pm 0,33$	NS
Lipídios totais, %	$1,84 \pm 0,12$	$1,52 \pm 0,12$	$1,71 \pm 0,10$	NS
Colesterol total, mg/100g	$37,9 \pm 0,20$	$37,9 \pm 0,32$	$37,6 \pm 0,38$	NS

¹Zebu; ²Limousin vs. Zebu; ³Angus vs. Zebu; ⁴Probabilidade. NS – Diferença não significativa entre médias. Médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Diversos trabalhos têm demonstrado pouca variação dos teores de umidade, cinzas e proteína no músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes

grupos genéticos terminados em confinamento e alimentados com dietas de alto valor energético (PRADO et al., 2008a, b; MAGGIONI et al., 2009;

2010; PRADO et al., 2009a, c; ROTTÀ et al., 2009a, b).

O teor de colesterol (37,8 mg/100g de músculo) observado foi baixo em comparação aos teores encontrados por outros pesquisadores no músculo *Longissimus* de bovinos terminados em confinamento (PADRE et al., 2006; ARICETTI et al., 2008; PRADO et al., 2008a, b, c). Da mesma forma, Maggionet et al. (2009; 2010) avaliaram a composição química do músculo *Longissimus* de bovinos oriundos do mesmo rebanho (IAPAR) e também encontraram baixos teores de colesterol total (22,9 mg/100g de músculo). O baixo teor de colesterol pode ser atribuído à idade de abate dos bovinos (abaixo de 24 meses). De modo geral, bovinos jovens apresentam baixos teores de colesterol total no músculo *Longissimus* (ROTTÀ et al., 2009a).

O teor de lipídeos totais observado foi baixo para animais terminados em confinamento. Os teores de lipídeos atendem observados no músculo *Longissimus* às exigências atuais sobre a presença lipídeos na carne que deve estar próxima ou abaixo de 5% na carcaça de bovinos.

O grupo genético não alterou ($P>0,05$) a composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus*, com exceção do ácido eicosapentaenóico (EPA – 20:5 *n*-3). O grupo genético LIZ apresentou a maior concentração ($P<0,05$) do ácido 20:5 *n*-3 (0,44%) em relação aos grupos ZEB (0,17%) e ANZ (0,24%). No entanto, os grupos genéticos ZEB e ANZ foram semelhantes ($P>0,05$) entre eles (Tabela 3). A carne bovina contém baixo conteúdo em ácidos graxos de cadeia longa; no entanto, ela é considerada como uma importante fonte destes ácidos graxos para o homem (HOWE et al., 2006). Os ácidos graxos de cadeia longa, como o ácido araquidônico (20:4 *n*-6), EPA e o ácido docosahexaenóico (DHA 22:6 *n*-3) estão relacionados com a produção de eicosanóides (WOOD et al., 2008), redução dos riscos de doenças cardiovasculares e desenvolvimento fetal

(LEAF et al., 2003).

Entre os ácidos graxos saturados (AGS), o ácido palmítico (16:0), considerado como hipercolesterolêmico apresentou elevada concentração (28,9%) nos três grupos genéticos; enquanto o ácido esteárico (18:0) que não exerce influência nos níveis sanguíneos de colesterol (YU et al., 1995) apresentou a segunda maior concentração (17,51%). O ácido oléico (18:1 *n*-9), ácido graxo monoinsaturado (AGM), reconhecido por seu efeito hipocolesterolêmico (FERNANDES et al., 2009) foi que apresentou a maior concentração entre todos os ácidos graxos determinados (37,0%). Em relação aos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), o ácido linoléico (18:2 *n*-6) apresentou a maior concentração (4,49%).

Não houve diferença ($P>0,05$) no percentual total de AGPI (7,03%), AGMI (42,09%), AGS (50,97%) e ômega 6 (5,99%) entre os grupos genéticos (Tabela 3). No entanto, maior percentagem ($P<0,05$) de ômega 3 foi observada no músculo de bovinos do grupo genético LIZ (0,98%); enquanto os bovinos dos grupos genéticos ZEB e ANZ apresentaram valores inferiores e semelhantes entre eles (0,62 e 0,70%, respectivamente). Este resultado ocorreu em função da maior concentração de EPA observado no grupo genético LIZ. O aumento do teor de ômega 3 na carne pode influenciar a cor, reduzir o tempo de prateleira e melhorar os atributos sensoriais da carne (SCOLLAN et al., 2006). Por outro lado, está relacionado com a diminuição dos efeitos deletérios das gorduras à saúde humana, como redução dos riscos de doenças cardíacas (HU, 2001).

Ausência de diferenças ($P>0,05$) também foi observada para as razões de AGPI/AGS (0,13) e ômega 6/ômega 3 (7,98) entre os grupos genéticos (Tabela 3). Embora o grupo genético LIZ tenha apresentado maior percentual de ômega 3, isto não foi suficiente para melhorar a razão ômega 6/ômega 3 para esse grupo genético.

Tabela 3. Composição de ácidos graxos e índices de atividade das enzimas Δ^9 dessaturases do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos.

Ácidos Graxos	Grupo Genético			E.P. ⁴	P<F ⁵
	ZEB ¹	LIZ ²	ANZ ³		
N	8	8	8		
14:0	3,36	2,74	2,93	0,28	NS
16:0	29,9	28,9	29,5	0,79	NS
16:1 n9	2,74	2,92	2,81	0,18	NS
17:0	0,89	0,83	0,88	0,04	NS
18:0	18,3	17,5	17,2	0,80	NS
18:1 t11	0,49	0,53	0,56	0,04	NS
18:1 n-9	37,5	37,7	38,5	1,02	NS
18:1 n-7	0,84	0,88	0,86	0,04	NS
18:2 n-6	4,17	5,24	4,55	0,63	NS
18:3 n-6	0,03	0,06	0,05	0,01	NS
18:3 n-3	0,37	0,43	0,37	0,04	NS
18:2 c9t11	0,25	0,21	0,25	0,01	NS
18:2 t10c12	0,01	0,03	0,01	0,01	NS
20:4 n-6	1,10	1,31	1,07	0,23	NS
20:5 n-3	0,18b	0,45a	0,25b	0,06	0,04
22:4 n-6	0,10	0,14	0,11	0,01	NS
22:6 n-3	0,06	0,09	0,07	0,01	NS
Δ^9 – Dessaturase (16) ⁶	8,42	9,13	8,67	0,49	NS
Δ^9 – Dessaturase (18) ⁷	67,3	68,2	69,1	1,29	NS
AGPI	6,30	8,00	6,78	0,91	NS
AGMI	41,6	42,0	42,7	1,10	NS
AGS	52,4	50,0	50,5	0,98	NS
n-6	5,41	6,77	5,81	0,85	NS
n-3	0,62b	0,98a	0,70b	0,09	0,04
AGPI/AGS	0,12	0,16	0,13	0,01	NS
n-6/n-3	8,54	7,18	8,21	0,44	NS

¹Zebu; ²Limousin vs. Zebu; ³Angus vs. Zebu; ⁴Erro padrão da média; ⁵Probabilidade; ⁶índice de atividade da enzima dessaturase C16; ⁷índice de atividade da enzima dessaturase C18. NS – Diferença não significativa entre as médias. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey.

Dietas (silagem de sorgo vs. cana de açúcar)

A utilização de silagem de sorgo ou cana de açúcar não alterou ($P>0,05$) a concentração de

umidade, cinzas, proteína bruta, lipídeos totais e colesterol total do músculo *Longissimus* (Tabela 4). Trabalhos da literatura mostram que não há

variações importantes nos teores de umidade, cinzas e proteína no músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos (PRADO et al., 2008b, c; PRADO et al., 2009a,c; ROTTA et al., 2009b). Da mesma forma, as dietas utilizadas na terminação de

bovinos em confinamento não interferem nos teores de umidade, cinzas e proteína bruta do músculo *Longissimus* (PRADO et al., 2008a; MAGGIONI et al., 2009; 2010).

Tabela 4. Composição química músculo *Longissimus* de bovinos alimentados com dieta a base de silagem de sorgo ou cana de açúcar e abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura

Variáveis	Dieta		Grau de Acabamento		P<F ³
	SIL ¹	CAN ²	3,4 mm	4,8 mm	
N	18	18	14	22	
Umidade, %	73,99 ± 0,29	74,19 ± 0,29	75,40 ± 0,33a	72,78 ± 0,26b	*
Cinzas, %	1,00 ± 0,01	0,99 ± 0,01	1,03 ± 0,01a	0,96 ± 0,01b	*
Proteína, %	21,93 ± 0,29	21,29 ± 0,29	21,34 ± 0,34	21,87 ± 0,27	NS
Lipídios totais, %	1,78 ± 0,09	1,60 ± 0,09	1,71 ± 0,10	1,74 ± 0,08	NS
Colesterol total, mg/100g	37,92 ± 0,25	37,75 ± 0,25	37,79 ± 0,28	37,88 ± 0,16	NS

¹Silagem de sorgo + 1,0% de concentrado; ²Cana de açúcar + 1,2% de concentrado; ± Erro padrão da média;

³Probabilidade; * - Diferença significativa para grau de acabamento (P<0,05). NS – Diferença não significativa entre as médias. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (P<0,05).

A concentração de lipídios totais observada foi baixa (1,69%). Este resultado pode ser atribuído ao sexo e à idade dos animais utilizados, uma vez que animais inteiros e jovens apresentam carcaças mais magras do que animais castrados e abatidos com idade mais adulta (VAZ; RESTLE, 2000; EUCLIDES FILHO et al., 2001; PRADO et al. 2008a, b; ROTTA et al., 2009a, b). Da mesma forma, a concentração de colesterol total (37,8 mg por 100 gramas de músculo) é baixa, mas próxima dos valores apresentados Rotta et al. (2009b) em bovinos jovens e terminados em confinamento.

A concentração da maioria dos ácidos graxos não foi influenciada pela dieta (P>0,05), com exceção para o ácido palmitoléico (16:1 n-9) e o ácido docosatetraenóico (22:4 n-6) (Tabela 5).

Vários trabalhos demonstram baixa variação na composição dos ácidos graxos na carne bovina em função da dieta (PADRE et al., 2007; ARICETTI et al., 2008; PRADO et al., 2008a, b, c; ROTTA

et al., 2009a). O ácido 16:1 n-9 apresentou maior concentração (P<0,05) para o músculo de bovinos alimentados com cana de açúcar (3,07%) em relação à silagem de sorgo (2,57%). Enquanto que, o ácido 22:4 n-6 foi maior (P<0,05) para no músculo de bovinos alimentados com silagem de sorgo (0,14%) em relação à cana-de-açúcar (0,10%). A maior concentração do ácido 16:1 n-9 observada no músculo dos animais alimentados com cana-de-açúcar pode ser justificada pela maior atividade (P<0,05) da enzima Δ^9 desaturase C16. Esta enzima é responsável pela dessaturação do ácido palmítico (16:0) e pela sua conversão nos correspondentes monoinsaturados, com dupla ligação no carbono 9 (MALAUU-ADULI; SIEBERT; BOTTEMA, 1997; BEAULIEU; DRACKLEY; MERCHEN, 2002). Aparentemente, o ácido graxo 16:1 n-9 não está relacionado com o metabolismo hepático das lipoproteínas de baixa densidade – LDL – colesterol (FERNANDES et al., 2009).

Tabela 5. Composição de ácidos graxos e índices de atividade das enzimas Δ^9 dessaturases do músculo *Longissimus* de bovinos alimentados com dieta a base de silagem de sorgo ou cana de açúcar e abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura.

Ácidos Graxos	Dieta		E.P. ³	Grau de Acabamento		E.P. ³	P<F ⁴
	SIL ¹	CAN ²		3,4 mm	4,8 mm		
n	12	12	12	12	12		
14:0	2,80	3,21	0,23	2,89	3,12	0,24	NS
16:0	29,4	29,4	0,65	29,1	29,7	0,66	NS
16:1 n9	2,57b	3,07a	0,15	2,84	2,80	0,15	*
17:0	0,86	0,88	0,04	0,87	0,86	0,04	NS
18:0	18,0	17,4	0,66	17,6	17,7	0,67	NS
18:1 t11	0,51	0,54	0,03	0,57	0,48	0,03	NS
18:1 n-9	37,7	38,0	0,83	38,3	37,4	0,84	NS
18:1 n-7	0,85	0,87	0,03	0,90	0,83	0,03	NS
18:2 n-6	4,97	4,34	0,51	4,50	4,81	0,52	NS
18:3 n-6	0,05	0,04	0,01	0,05	0,05	0,01	NS
18:3 n-3	0,43	0,35	0,03	0,38	0,39	0,04	NS
18:2 c9t11	0,22	0,25	0,01	0,25	0,22	0,01	NS
18:2 t10c12	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	NS
20:4 n-6	1,15	1,17	0,19	1,18	1,14	0,19	NS
20:5 n-3	0,33	0,25	0,05	0,37	0,22	0,05	NS
22:4 n-6	0,14a	0,10b	0,01	0,13	0,10	0,01	*
22:6 n-3	0,07	0,08	0,01	0,07	0,08	0,01	NS
Δ^9 – Dessat. (16) ⁵	8,02b	9,45a	0,40	8,87	8,61	0,40	*
Δ^9 – Dessat. (18) ⁶	67,7	68,7	1,05	68,5	67,9	1,06	NS
AGPI	7,41	6,65	0,74	7,01	7,05	0,75	NS
AGMI	41,7	42,5	0,90	42,6	41,5	0,91	NS
AGS	51,1	50,8	0,79	50,5	51,4	0,80	NS
n-6	6,32	5,67	0,69	5,88	6,11	0,70	NS
n-3	0,84	0,69	0,08	0,83	0,70	0,08	NS
AGPI/AGS	0,14	0,13	0,01	0,14	0,13	0,01	NS
n-6/n-3	7,88	8,08	0,36	7,33a	8,63b	0,36	**

¹Silagem de sorgo + 1,0% de concentrado; ²Cana de açúcar + 1,2% de concentrado; ³Erro padrão; ⁴Probabilidade;

⁵índice de atividade da enzima dessaturase C16; ⁶índice de atividade da enzima dessaturaseC18; NS – Diferença Não Significativa Médias. *Diferença significativa para dieta (P<0,05). **Diferença significativa para grau de acabamento (P<0,05). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes.

Em relação à enzima Δ^9 desaturase C18, não se observou efeito das dietas sobre sua atividade ($P>0,05$). A atuação desta enzima é importante pelo fato de estar diretamente relacionada com a produção de ALC (ácido linoléico conjugado – 18:2 *cis*-9 *t*-11) a partir do ácido transvacênico (18:1 *t*-11), produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoléico e linolênico pelas bactérias ruminais (FERNANDES et al., 2009). Malau-Aduli, Siebert e Bottema (1997) e Beaulieu, Drackley e Merchen (2002) destacam que a atividade das enzimas Δ^9 desaturases pode ser alterada por diversos fatores como raça, idade, sexo e grau de maturidade fisiológica dos animais. No entanto, estes autores não referem influência da dieta sobre a atividade destas enzimas, como observado neste trabalho.

Somente três ácidos graxos apresentaram concentrações superiores a 15% (16:0, 18:0 e 18:1 *n*-9), os quais juntos representaram aproximadamente 83%. Outros quatro ácidos graxos demonstraram concentrações entre 1% e 5% (14:0, 16:1 *n*-9, 18:2 *n*-6 e 20:4 *n*-6) e representaram 11% do total dos ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus*. Os demais ácidos graxos (15:0, 17:0, 18:1 *t*-11, 18:3 *n*-6, 18:3 *n*-3, 18:2 *c*-9 *t*-11, 18:2 *t*-10 *c*-12, 20:5 *n*-3, 22:4 *n*-6 e 22:6 *n*-6), apresentaram concentrações inferiores a 1% e somaram juntos 6% do total dos ácidos graxos.

A dieta não afetou a percentagem dos AGPI (7,03%), AGMI (42,09%), AGS (50,97%), ômega 6 (5,99%), ômega 3 (0,76%) e as razões de AGPI/AGS (0,13) e ômega 6/ômega 3 (7,98). A ausência de diferenças para a somatória dos ácidos graxos e suas razões, pode ser atribuída à pequena variação entre as dietas para a concentração da maioria dos ácidos graxos.

Grau de acabamento das carcaças (3,4 vs. 4,8 mm)

O músculo *Longissimus* ($P<0,05$) dos bovinos

abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura apresentou maior ($P<0,05$) concentração de umidade (75,40%) e cinzas (1,03%) em relação aos bovinos abatidos com 4,8 mm (72,78 e 0,96%, respectivamente). A concentração de umidade geralmente varia em função da concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus* (PRADO et al., 2008a; ROTTA et al., 2009a, b). Quando ocorre uma redução na concentração de lipídios totais existe um aumento das concentrações de umidade e cinzas (LAWRIE, 2005) uma vez que a gordura é pobre em água e apresenta apenas traços de cinzas. No entanto, neste trabalho não foram encontradas diferenças para o conteúdo de lipídios totais que justifiquem as variações no teor de umidade. O menor teor de cinzas nos bovinos abatidos com 4,8 mm de espessura de coberta por ser em função da maior quantidade de tecido adiposo nesses bovinos. A gordura apresenta apenas traços de cinzas.

As concentrações no *Longissimus* de proteína bruta (21,60%), lipídios totais (1,72%) e colesterol total (37,83 mg/100 gramas de músculo) foram semelhantes ($P>0,05$) entre os bovinos abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de EGC (Tabela 5). A concentração de proteína bruta no músculo *Longissimus* de bovinos varia entre 21 a 23% (PADRE et al., 2007; ARICETTI et al., 2008; ROTTA et al., 2009b). Assim sendo, o valor médio observado neste trabalho (21,76%) está de acordo com a maioria dos trabalhos determinados no músculo *Longissimus* de bovinos.

O abate de animais com 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura não foi suficiente para aumentar na concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus*. Assim, para que haja aumento da concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus* é necessário que os bovinos sejam abatidos com espessura de gordura de cobertura superior a 4,8 mm. Na realidade, a gordura intramuscular ou a gordura de marmorização é a última a ser depositada. Costa et al. (2002) não encontraram correlação significativa entre espessura de gordura de cobertura e lipídios totais, indicando

que é baixa a correlação destes dois locais de posição de gordura.

A deposição de gordura em uma carcaça obedece a uma cronologia: primeiramente ocorre a deposição de gordura interna, a seguir ocorre deposição da gordura subcutânea e por último, a gordura intramuscular (LUCHIARI FILHO, 2000). A concentração de colesterol é relacionada com o teor de lipídios intramusculares, uma vez que existe maior concentração de colesterol na gordura de marmoreio e gordura intracelular do que na gordura subcutânea (COSTA et al., 2002). Assim, como não houve diferença entre os graus de acabamento para o teor de lipídios totais, da mesma forma, não houve diferença para o conteúdo de colesterol total.

O grau de acabamento não afetou ($P>0,05$) a composição dos ácidos graxos do músculo *Longissimus* (Tabela 5), embora, de acordo com Wood et al. (2008), o aumento do conteúdo de gordura no animal e na carne que ocorre desde o início da vida até o abate, seja capaz de acarretar mudanças nas proporções de ácidos graxos.

Dos ácidos graxos encontrados na carne dos animais, aproximadamente 32%, (ácido mirístico, 14:0 + ácido palmítico, 16:0), apresentam potencial para elevar o colesterol sanguíneo nos humanos. Por outro lado, foram observados valores consideráveis de ácidos graxos que apresentam efeitos benéficos à saúde humana, como os ácido oléico, 18:1 *n*-9 (37,87%), linoléico, 18:2 *n*-6 (4,65%) e linolênico, 18:3 *n*-3 (0,38%).

Atenção deve ser dada para o ácido linoléico conjugado (ALC), e ao seu principal isômero 18:2 *c9 t11*. Embora este ácido graxo esteja presente em pequena quantidade na carne (0,23%), apresenta propriedades benéficas à saúde humana (WOOD et al., 2008), como anti-carcinogênica, anti-diabética e redução do desenvolvimento de arterosclerose (RAINER; HEISS, 2004). O ALC é produzido pela enzima Δ^9 -dessaturase a partir do ácido transvacênico (18:1 *t11*), produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoléico e

linolênico pelas bactérias ruminais (GRIINARI et al., 2000; BEAULIEU; DRACKLEY; MERCHEN, 2002). Dessa forma, a semelhança para a concentração de ALC ($P>0,05$) entre os graus de acabamento pode ser devida a também semelhança para as concentrações dos ácidos graxos precursores (linoléico; linolênico e trans vacênico) e dos índices de atividade das enzimas Δ^9 -dessaturase C16 e C18 ($P>0,05$).

A maioria dos ácidos graxos identificados no músculo *Longissimus* dos bovinos foi AGS (50,97%), os quais não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre os graus de acabamento de carcaça (Tabela 5). Os AGMI apresentaram a segunda maior concentração (42,09%) e também não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre os graus de acabamento, assim como os AGPI, embora estes tenham apresentado as menores concentrações (7,03%).

O perfil de ácidos graxos da carne fica menos insaturado, ocorrendo aumento do conteúdo de AGS e AGMI com o avanço do tempo de terminação dos animais (WOOD et al., 2003) e com o maior grau de acabamento da carcaça (ZAPLETAL; CHLÁDEK; SUBRT, 2009). Correlação positiva da gordura de cobertura com AGS e AGMI e correlação negativa com o AGPI tem sido sugerida (ALDAI et al., 2007). No entanto, neste trabalho, o maior período de terminação ou o maior grau de acabamento dos animais abatidos com 4,8 mm de gordura de cobertura não apresentou efeito significativo sobre a percentagem dos AGS, AGMI, AGPI e consequentemente sobre a razão AGPI/AGS. Talvez, a diferença do grau de acabamento não tenha sido suficiente para ocasionar mudanças no crescimento dos adipócitos e na deposição de gota lipídica e dessa forma não interferiu no perfil de ácidos graxos.

O grau de acabamento não alterou ($P>0,05$) a somatória dos ácidos graxos da família ômega 6, com valor médio de 5,99% e da família do ômega 3, com valor médio de 0,76%, (Tabela 5). Aldai et al. (2007) encontraram correlação negativa entre

o grau de acabamento da carcaça de bovinos e a concentração dos ácidos ômegas 6 e 3 na carne. Dessa forma, os animais que foram abatidos com maior grau de acabamento (4,8 mm) poderiam apresentar menor concentração de ômega 6 e 3 em relação aos abatidos com menor grau de acabamento (3,4 mm).

Da mesma forma, em que os diferentes graus de acabamento avaliados não apresentaram diferenças para as percentagens de AGPI e AGS, consequentemente também não apresentaram diferenças ($P>0,05$) para a razão existente entre eles, AGPI/AGS (Tabela 5). Esta razão é a forma encontrada para se avaliar a qualidade da gordura ingerida pelo consumidor. A razão AGPI/AGS encontrada neste trabalho foi inferior a 0,4; valor preconizado pelo Departamento de Saúde da Inglaterra (HMSO, 1994). A baixa razão AGPI/AGS encontrada na carne de animais ruminantes está relacionada à biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados dietéticos ocorrida no rúmen, capaz de os transformarem em ácidos graxos saturados.

Embora não tenha sido observada diferença ($P>0,05$) nas percentagens de ômega-6 e ômega-3 no músculo *Longissimus*, quando se realizou o cálculo da razão ômega 6/ômega 3, observou-se que os músculos oriundos de animais abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura apresentaram menor ($P<0,05$) razão (7,33%) em relação ao grupo com 4,8 mm (8,63%) (Tabela 5). Este resultado pode ser atribuído à pequena superioridade no conteúdo de ômega 3 observado para os animais com 3,4 mm de gordura. Entretanto, até mesmo a menor razão ômega 6/ômega 3 encontrada neste trabalho para os animais com 3,4 mm de gordura, não atende o valor recomendado pelo Departamento de Saúde da Inglaterra (HMSO, 1994), para a redução de riscos de câncer e problemas coronarianos, que deve ser inferior a 4.

Conclusões

A composição química e o perfil de ácidos

graxos do músculo *Longissimus* apresentaram poucas variações em função dos grupos genéticos, dos volumosos utilizados e do grau de acabamento das carcaças. Assim sendo, a escolha da raça dos bovinos usados em cruzamentos industriais deve ser orientada por outros fatores que a composição e qualidade da carne. Da mesma forma, a silagem de sorgo ou cana de açúcar pode ser usada na dieta de bovinos oriundos de cruzamento industrial sem alterar a qualidade da carne, medida no músculo *Longissimus*. O grau de acabamento, também, não tem efeito na composição química dos bovinos. No que concerne a qualidade da carne, os bovinos mestiços (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) poderiam ser abatidos com reduzida espessura de gordura de cobertura (3 mm) sem alterar a qualidade da carne.

Referências

- ABRAHÃO, J. J. S.; PRADO, I. N.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L. Effects of replacing corn with increasing levels of cassava starch by-products on carcass characteristics and meat for young bulls. *Brazilian Journal of Animal Science*, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1640-1650, 2005.
- ALDAI, N.; NÁJERA, A. I.; MARTINEZ, A.; CELAYA, R.; OSORO, K. Correlation between carcass conformation and fat cover degree, and muscle fat acid profile of yearling bulls depending on breed and genotype. *Livestock Science*, London, v. 107, n. 2/3, p. 199-212, 2007.
- ARICETTI, J. A.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 21, n. 10, p. 1441-1448, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of analysis of AOAC international*. 6. ed. Arlington. 1998. CD-ROM.
- BEAULIEU, A. D.; DRACKLEY, J. K.; MERCHEN, N. R. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11 octadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed with high concentrate died supplemented with soybean oil. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 80, n. 3, p. 847-861, 2002.

- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- CIOMS/OMS. Council for International Organizations of Medical Services. *WHO Distribution and sales service, 1211 Geneva 27, Switzerland, International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals*, 1985.
- COSTA, E. C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PEROTTINI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L. F. G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimusdorsis* de novilho Red angus superprecosos, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 417-428, 2002.
- DUCATTI, T.; PRADO, I. N.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; MAGGIONI, D.; VISENTAINER, J. V. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus x Bos indicus*) young bulls finished in feedlot. *Asian-Australasian Journal Animal Science*, Seoul, v. 22, n. 3, p. 433-439, 2009.
- ENSER, M. The role of fats in human nutrition. In: ROSSELL, B. (Ed.). *Oils and fats. Animals carcass fat*. Leatherhead, Surrey. UK: Leatherhead Publishing, 2001. v. 2, p. 77-122.
- EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G. L. D.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, L. O. C.; CUSINATO, C. Q. Efeito da idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 71-76, 2001.
- FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A.; OLIVEIRA, R. V.; LEONEL, F. R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 328-337, 2009.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J. E. MOLONEY, A. P. 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*, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.
- GRIINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V. V.; BAUMAN, D. E. Conjugated Linoleic Acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 desaturase. *Journal of Nutrition*, Boston, v. 130, n. 9, p. 2285-2291, 2000.
- 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.
- HMSO - England. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease: HMSO, 1994. p. 37-46. (Report on Health and Social Subjects, 46).
- HOWE, P. H.; MEYER, B.; RECORD, S.; BAGHURST, K. Dietary intake of long-chain x-3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition*, Boston, v. 22, n. 1, p. 47-53, 2006.
- HU, F. B. The balance between ω -6 and ω -3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Nutrition*, Boston, v. 17, n. 9, p. 741-742, 2001.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. *Animal and vegetable fats and oils - preparation of methyl esters of fatty acids*. Method ISO 5509, 1978.
- LAWRIE, R. A. *Ciência da carne*. Tradução de Jane Maria Rubensam. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.
- LEAF, A.; XIAO, Y. F.; KANG, J. X.; BILLAMN, G. E. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. *Pharmacology and Therapeutics*, Maryland, v. 98, n. 3, p. 355-377, 2003.
- LI, D.; SIRAMORNPUN, S.; WAHLQUIST, M. L.; MANN, N. J.; SINCLAIR, A. J. Lean meat and heart health. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, Victoria, v. 14, n. 2, p. 113-119, 2005.
- LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: Editora São Paulo: 2000, 134 p.
- MAGGIONI, D.; MARQUES, J. A.; ROTA, P. P.; PEROTTO, D.; DUCATTI, T.; VISENTAINER, J. V.; PRADO, I. N. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livestock Science*, London, v. 127, p. 176-182, 2010.
- MAGGIONI, D.; MARQUES, J. A.; PEROTTO, D.; ROTTA, P. P.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M.; SILVA, R. R.; PRADO, I. N. Bermuda grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred young bulls finished in feedlot. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 22, n. 2, p. 206-215, 2009.
- MALAU-ADULI, A. E. O.; SIEBERT, B. D.; BOTTEMA, C. D. K. A. Comparison of the fatty acid composition

- of tryacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal of Agriculture Research*, Victoria, v. 48, n. 5, p. 715-722, 1997.
- MILINSK, M. C.; PADRE, R. G.; HAYASGI, C.; OLIVEIRA, C. C.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E. Effects of feed protein and lipid contents on fatty acid profile of snail (*Helix aspersa maxima*) meat. *Journal Food Compositions and Analysis*, Roma, v. 19, n. 1/2, p. 212-216, 2005.
- MULVIHILL, B. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, London, v. 26, n. 4, p. 295-299, 2001.
- PADRE, R. G.; ARICETTI, J. A.; GOMES, S.T. M.; GOES, R. H. T. B.; MOREIRA, F. B.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. *Livestock Science*, London, v. 110, n. 1, p. 57-63, 2007.
- PADRE, R. G.; ARICETTI, J. A.; MOREIRA, F. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Fatty acids profile and chemical composition of *Longissimus* muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat Science*, Champaign, v. 74, n. 1, p. 242-248, 2006.
- 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 Purunã vs. ½ Canchin bulls. *Australian Journal of Agriculture Research*, Seoul, v. 21, n. 9, p. 1296-1302, 2008a.
- PRADO, I. N.; ARICETTI, J. A.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of Bulls (*Bos Taurus indicus* vs. *Bos Taurus taurus*) finished in pasture systems. *Asian Australasian Journal Animal Science*, Seoul, v. 21, n. 10, p. 1449-1457, 2008b.
- PRADO, I. N.; ITO, R. H.; PRADO, J. M.; PRADO, I. M.; ROTTA, P. P.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R. The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of feedlot-finished bulls. *Journal of Animal Feed Science*, Jablonna, v. 17, n. 3, p. 307-317, 2008c.
- PRADO, I. N.; ARICETTI, J. A.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos Taurus indicus x Bos Taurus taurus*) finished in pasture systems. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 21, n. 10, p. 1449-1457, 2008d.
- 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, 2009c.
- 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 tauru sindicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *Journal of Animal Feed Science*, Jablonna, v. 17, n. 3, p. 295-306, 2008b.
- 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 Purunã vs ½ Canchin bulls. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 21, n. 9, p. 1296-1302, 2008c.
- 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 Science*, Jablonna, v. 18, n. 2, p. 231-240, 2009a.
- PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; MARQUES, J. A.; ROTTA, P. P.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R.; SOUZA, N. E. Meat quality of the *Longissimus* muscle of bulls and steers (1/2 Nellore vs. ½ Simmental) finished in feedlot. *Journal of Animal and Feed Science*, Jablonna, v. 18, n. 2, p. 221-230, 2009b.
- RAINER, L.; HEISS, C. J. Conjugated linoleic acid: health implications and effects on body composition. *Journal American Dietetic Association*, US, v. 104, n. 6, p. 963-968, 2004.
- ROTTA, P. P.; PRADO, I. N.; PRADO, R. M.; MOLETTA, J. L.; SILVA, R. R.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellore, Caracu and Holstein-Friesian bulls finished in feedlot. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 22, n. 4, p. 598-604, 2009a.
- ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENATINER, 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 of Animal Science, Seoul, v. 22, n. 2, p. 1718-1734, 2009b.

ROWE, A.; MACEDO, F. A. F.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in dry-lot or pasture. *Meat Science*, Champaign, v. 51, n. 4, p. 283-288, 1999.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNERBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, Champaign, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM.SAS/STAT®. *User's guide: statistics*. Version 8.1. 4. ed. Cary: SAS Institute, 2003. v. 2.

VAZ, F.N. E.; RESTLE, J. Aspectos quantitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, p. 1894-1901, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series 916, Geneva, 2003.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, Champaign, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, Champaign, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

YU, S.; DERR, J.; ETHERTON, T. D.; KRIS-ETHERTON, P. M. Plasma cholesterol-predictive equations demonstrate that stearic acid is neutral and monosaturated fatty acids are hypocholesterolemic. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v. 61, n. 5, p. 1129-1139, 1995.

ZAPLETAL, D.; CHLÁDEK, G.; SUBRT, J. Breed variation in the chemical and fatty acid compositions of the longissimusdorsi muscle in czech fleckvieh and montbeliarde cattle. *Livestock Science*, London, v. 123, n. 1, p. 28-33, 2009.