



Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento

Patrícia Alessandra Meneguzzi Metz¹, Luís Fernando Glasenapp de Menezes², Angélica Pereira dos Santos³, Ivan Luiz Brondani⁴, João Restle⁵, Dante Pazzanese Duarte Lanna⁶

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFSM.

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFSM.

³ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFRGS.

⁴ Departamento de Zootecnia, UFSM.

⁵ Pesquisador visitante do CNPq no Departamento de Produção Animal da Universidade Federal de Goiás (UFG).

⁶ Departamento de Zootecnia, ESALQ/USP.

RESUMO - Foram utilizados 24 bovinos machos castrados, pertencentes a quatro grupos genéticos ($\frac{5}{8}$ Charolês (CH) $\frac{3}{8}$ Nelore (NE); $\frac{5}{8}$ NE $\frac{3}{8}$ CH; $\frac{3}{4}$ CH $\frac{1}{4}$ NE e $\frac{3}{4}$ NE $\frac{1}{4}$ CH) e duas idades (jovem e superjovem), mantidos com dieta composta de silagem de milho e concentrado, com relação volumoso:concentrado de 50:50. As carcaças, após o abate, foram identificadas e resfriadas retirando-se um bife da porção do músculo *Longissimus dorsi*, que foi seco em estufa, moído, identificado e armazenado para extração dos lipídeos e determinação dos ácidos graxos, realizada em cromatógrafo a gás. Não houve interação significativa categoria \times grupo genético para marmoreio, espessura de gordura e relação músculo:gordura, utilizados como co-variáveis. O total de ácidos graxos *trans*18 nos animais superjovens foi maior (2,46%) que nos jovens (1,87%). A maioria dos ácidos graxos de cadeia curta (75%) e de cadeia média (91,7%) não foi influenciada pelo grupo genético. Os valores de ácido linoléico conjugado (CLA) não diferiram entre os grupos genéticos. Animais com predominância Nelore apresentaram maior grau de saturação nos ácidos graxos (média de 54,7%) em comparação aos de predominância Charolês (média de 49,5%). A relação de ácidos graxos insaturados/saturados nos animais Charolês foi maior que nos animais Nelore.

Palavras-chave: Charolês, CLA, gordura, Nelore, silagem

Fatty acids profile in meat of steers from different ages and genetic groups finished in feedlot

ABSTRACT - For the conduction of this work, 24 males from four different genetic groups ($\frac{5}{8}$ Charolais (CH) $\frac{3}{8}$ Nellore (NE); $\frac{5}{8}$ NE $\frac{3}{8}$ CH; $\frac{3}{4}$ CH $\frac{1}{4}$ NE e $\frac{3}{4}$ NE $\frac{1}{4}$ CH) and two ages: steers and young steers were used. The animals received a diet composed of corn silage and concentrate with roughage:concentrate ratio of 50:50. After slaughter, the carcasses were identified and chilled. A steak from the *longissimus* muscle was collected and dried in stove, grounded, identified and stored for lipid extraction. The fatty acids (FA) determination was performed through gas chromatograph. No significant interaction was observed between category and genetic groups and marbling, fat thickness, muscle:fat ratio, used as co-variables. The total *trans*18 FA was higher (2.46%) for young steers in relation to steers (1.87%). Most short-chain (75%) and medium-chain (91.7%) FA were not influenced by the genetic group. CLA values did not differ between CH-NE crossbred animals. Animals with NE predominance showed higher saturated FA (average of 54.7%) in relation to CH animals (average of 49.5%). In relation to the unsaturated/saturated ratio, higher value was observed for CH animals.

Key Words: Charolais, CLA, fat, Nellore, silage

Introdução

A bovinocultura brasileira conquistou nos últimos anos importante espaço no mercado mundial de carnes. No entanto, cada vez mais é necessário investir na qualidade da carne para manutenção e expansão desse mercado. A

redução da idade de abate e a escolha do grupo genético têm sido amplamente estudadas como fatores de melhora nas qualidades organolépticas da carne (Vaz et al., 2002; Pacheco et al., 2005; Menezes et al., 2005), porém, recentemente, a preocupação com a qualidade nutricional da carne vem ganhando força. A carne bovina, em especial, é considerada

uma das carnes com maior efeito prejudicial à saúde humana, em razão de sua composição lipídica, constituída pelos ácidos graxo, principalmente os saturados e *trans*. Entretanto, tem sido amplamente demonstrado que ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana (Cook et al., 2001; Varela et al., 2004) e que as gorduras da carne de animais ruminantes são fontes naturais de alguns desses ácidos graxos, como os isômeros de ácido linoléico conjugado (CLA), em particular o *cis*-9, *trans*-11 (French et al., 2000).

As variações nas concentrações de ácidos graxos na carne de bovinos estão relacionadas à alimentação, à biohidrogenação ruminal, a métodos de análise e corte da carne e a influências genéticas (Mulvihill, 2001). Segundo Nürnberg et al. (1998), com o aumento da idade dos animais, os níveis de ácidos graxos saturados (SFA) aumentam e os de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) diminuem. Esses autores analisaram o perfil de ácidos graxos no tecido adiposo subcutâneo de vacas Hereford e Brahman e observaram maior porcentagem de ácidos graxos saturados e menor de poliinsaturados e monoinsaturados (MUFA) em vacas Hereford. Deschamps et al. (2004), estudando a influência do grau de sangue Charolês-Nelore em novilhos alimentados com silagem e concentrado, observaram que novilhos com 62,5% de sangue Nelore apresentaram menor valor de ácidos graxos saturados e maior valor de poliinsaturados em relação às demais combinações genéticas.

O objetivo neste trabalho foi avaliar a influência da idade e do grupo genético na composição de ácidos graxos da carne de novilhos terminados em confinamento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na fazenda experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, entre julho e dezembro de 2003. Do rebanho experimental, foram escolhidos ao acaso 24 bovinos machos castrados com 7 meses de idade, de quatro cruzamentos – Charolês (CH) × Nelore (NE) ($\frac{5}{8}$ CH, $\frac{5}{8}$ NE, $\frac{3}{4}$ CH e $\frac{3}{4}$ NE) – e duas idades (jovem e superjovem). Os animais jovens possuíam idade média inicial de 20 meses e foram abatidos aos 22 meses e os superjovens, idade média inicial de 8,1 meses e foram abatidos aos 13,1 meses de idade.

Antes do experimento, os animais foram adaptados durante 14 dias às instalações e à dieta experimental e submetidos ao controle de ecto e endoparasitas, com aplicação subcutânea de produto comercial à base de ivermectina, conforme recomendações do fabricante.

Durante o período experimental, os animais foram mantidos com dieta composta de silagem de milho e concentrado, fornecidos à vontade, duas vezes ao dia, uma pela manhã (8 h) e outra à tarde (17 h), em quantidade suficiente para ocorrer 10% de sobras. O concentrado era colocado sobre o volumoso no comedouro e misturado manualmente. A dieta foi calculada segundo o NRC (1996) objetivando ganho médio diário de peso de 1,30 kg/animal, com consumo de matéria seca de 2,5 kg/100 kg de peso vivo. Para todos os animais, a dieta utilizada apresentou relação volumoso:concentrado de 50:50 e continha 16% de proteína bruta (PB) para os animais superjovens e 13% para os jovens. O concentrado foi constituído de farelo de trigo, farelo de soja, milho em grão triturado, calcário calcítico, uréia, sal comum e ionóforo (monensina sódica).

Como o critério para abate dos animais foi o peso final, de 330 kg, os animais superjovens foram mantidos em confinamento durante 73 dias, para ganho médio diário de 1,16 kg, e os animais jovens, durante 155 dias, para ganho médio diário de 1,57 kg. No entanto, o consumo diário de matéria seca foi de 8,37 kg para animais jovens e 7,07 kg para animais superjovens.

Amostras representativas dos componentes da dieta (Tabela 1) foram coletadas no início da adaptação e semanalmente durante o período experimental. As amostras foram pré-secas em estufa de ar forçado a 55°C, durante 72 horas, para determinação do teor de matéria parcialmente seca e posteriormente foram trituradas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm. Nestas amostras, foram determinados os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método de Kjeldahl (método 984.13 AOAC, 1995), modificado, com uma solução de ácido bórico (4% p/v) como receptor da amônia livre durante a destilação, uma solução de 0,2% (p/v) de verde bromocresol e 0,1% (p/v) de vermelho de metila como indicador e uma solução padrão de ácido sulfúrico para titulação. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) com α -amilase, de fibra em detergente ácido (FDA) e de lignina em detergente ácido (LDA) foram determinados de acordo com metodologia descrita por Robertson & Van Soest (1981). O teor de gordura da amostra foi determinado em éter etílico em sistema de refluxo, a 180°C durante 2 horas, e de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido foram determinados de acordo com Licitra et al. (1996). Para obtenção do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), utilizou-se a equação proposta pelo NRC (2001).

Tabela 1 - Composição química dos alimentos da dieta

Nutriente (% MS)	Componente da dieta			
	Farelo de trigo	Farelo de soja	Grão de milho	Silagem de milho
Matéria seca	88,08	88,81	87,81	32,35
Proteína bruta	14,98	50,52	8,77	5,93
Extrato etéreo	3,81	2,80	3,00	3,89
Lignina	3,38	1,89	0,45	5,79
Matéria mineral	6,04	6,14	1,88	5,56
Fibra em detergente neutro	46,07	21,73	17,12	58,96
Fibra em detergente ácido	13,63	6,91	1,12	34,05
Nutrientes digestíveis totais	76,75	85,00	88,26	68,82

Os animais jovens e superjovens, por ocasião do abate, ficaram em jejum de sólidos e líquidos durante 14 horas e foram transportados a um frigorífico comercial. O abate ocorreu seguindo o fluxo normal do estabelecimento.

As carcaças dos animais foram identificadas e mantidas em refrigeração por 24 horas a 0°C. Da meia-carcaça direita, retirou-se uma porção do músculo *Longissimus*, entre a 10 e 12ª costelas, que foi identificada, envolta por uma lâmina de plástico e papel pardo e armazenada a -18°C. Após o congelamento da porção, retirou-se um bife que foi seco em estufa de ventilação forçada a 55°C, moído com peneira de 1 mm, identificado e armazenado para análise.

A extração dos lipídeos foi realizada utilizando-se o método de Folch et al. (1957), modificado. Em um tubo contendo 0,5 g de amostra, foi adicionado clorofórmio/metanol (10 mL) na proporção de 2:1. Após 24 horas, foram adicionados 10 mL de água destilada e realizada a centrifugação a 500xg por 5 minutos para separação do conteúdo em fases. A fase orgânica (clorofórmio) foi transferida para tubos de ensaio com tampa e deixada em banho-maria a 40°C, sob fluxo de ar comprimido, até restarem apenas lipídeos no fundo do tubo.

Foram adicionados ao tubo 500 mL de KOH 0,4M em metanol deixando-se em banho-maria a 60°C por mais 2 horas. Após o resfriamento dos tubos em temperatura ambiente, adicionou-se 1,5 mL de H₂SO₄ (1M) em metanol. Os tubos foram deixados novamente em banho-maria (60°C por 2 horas) e resfriados adicionando ao seu conteúdo 2 mL de n-hexano para recuperação dos derivados. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram mantidos a -18°C até sua análise.

A determinação dos ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar Supelco SP2340 (60 m × 0,25 mm × 0,2 μm). As temperaturas do detector e do injetor foram de 260 e 240°C, respectivamente. A programação de aquecimento da coluna foi iniciada com 140°C por 5 minutos e aumento de 4°C por minuto até a temperatura final de 240°C, que foi mantida por 5 minutos. O fluxo de gás de arraste (H₂) foi de 17 mL/minuto e o volume de injeção, de 0,5 μL com razão de split de 1:100. A identificação dos picos, assim como sua quantificação, foi feita por meio da comparação dos tempos de retenção e da área dos picos das amostras com as de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco 37 components FAMEs Mix, ref. 47885-U).

Para obtenção das estimativas dos índices de Δ⁹-dessaturase, utilizaram-se as seguintes fórmulas:

$$C16=100*(C16:1n-9)/(C16:0+C16:1n9)$$

$$C18=100*(C18:1n-9)/(C18:0+C18:1n9)$$

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 × 2, composto de quatro grupos genéticos e duas categorias. Cada tratamento foi composto de 12 repetições, de modo que cada unidade experimental foi constituída de um animal. A análise de variância foi realizada utilizando-se o marmoreio, a espessura de gordura e a relação músculo:gordura (kg de músculo/kg de gordura) como co-variáveis (Tabela 2), com a comparação de médias pelo teste t. A análise de contraste entre os grupos genéticos foi feita contrastando-se animais com predominância Charolês (¾CH ¼NE e ½CH ½NE) e animais com predominância Nelore (¾NE ¼CH e ½CH ½NE). As análises foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 1997).

Tabela 2 - Quadrados médios das análises de variância das co-variáveis e teste F

Ácido graxo	Grau de liberdade		Quadrado médio			Teste F	R ²	
	Modelo	Erro	Modelo					
			Espessura de gordura subcutânea	Marmoreio	Relação músculo:gordura			
C4:0	7	24	0,77	0,35	0,70	0,5954	1,88	0,1177
C6:0	7	24	0,00001	0,00038	0,00001	0,0004	0,63	0,7243
C8:0	7	24	0,00028	0,00047	0,00041	0,0007	0,96	0,4782
C10:0	7	24	0,00178	0,00080	0,00006	0,0002	1,67	0,1639
C12:0	7	24	0,00029	0,00038	0,00002	0,0003	1,68	0,1622
C13:0 _{iso}	7	24	0,00019	0,00032	0,00012	0,0005	0,80	0,5931
C13:0 _{ant}	7	24	0,00026	0,00141	0,00368	0,0035	1,75	0,1442
C14:0	7	24	0,00379	0,14024	0,54251	0,2347	0,64	0,7200
C14:0 _{iso}	7	24	0,00007	0,00005	0,00006	0,0003	0,79	0,6029
C14:1c9	7	24	0,02724	0,05535	0,28409	0,0402	1,30	0,2904
C15:0	7	24	0,00014	0,00037	0,00067	0,0021	0,83	0,5716
C15:0 _{iso}	7	24	0,00027	0,00031	0,00000	0,0013	3,49	0,0102
C15:0 _{ant}	7	24	0,00006	0,00176	0,00218	0,0009	2,10	0,0831
C16:0	7	24	0,012868	5,29135	10,0458	2,2693	1,06	0,4157
C16:0 _{iso}	7	24	0,001252	0,00148	0,00146	0,0007	1,34	0,2744
C16:1c9	7	24	0,061109	0,50822	1,01443	0,2000	4,12	0,0042
C17:0	7	24	0,010253	0,00557	0,01361	0,0407	1,05	0,4222
C17:0 _{iso}	7	24	0,011089	0,00040	0,00464	0,0056	2,13	0,0793
C17:1	7	24	0,004281	0,11404	0,01305	0,0506	0,50	0,8254
C18:0	7	24	0,023262	16,3314	34,8639	3,9990	2,63	0,0364
C18:1t11	7	24	0,173971	0,01052	0,14046	0,0381	4,82	0,0017
C18:2c9t11	7	24	0,007234	0,02509	0,06115	0,0094	3,04	0,0194
C18:3	7	24	0,001481	0,00004	0,00272	0,0006	2,80	0,0279
C20:0	7	24	0,001522	0,00148	0,00377	0,0020	0,89	0,5317
C20:3	7	24	0,000204	0,00002	0,00021	0,0002	1,47	0,2255
C20:4	7	24	0,000624	0,00164	0,01384	0,0043	1,60	0,1828
C20:5	7	24	0,000357	0,00225	0,00392	0,0077	0,93	0,5038
C22:0	7	24	0,000432	0,00004	0,00019	0,0001	2,12	0,0802
C22:1	7	24	0,000328	0,00160	0,00001	0,0052	1,64	0,1716
C22:2	7	24	0,006418	0,00084	0,11430	0,0589	0,84	0,5655
C22:5	7	24	0,000684	0,00031	0,00034	0,0003	1,42	0,2418
C22:6	7	24	0,000024	0,00011	0,00017	0,0008	1,97	0,1019
C24:0	7	24	0,001217	0,00034	0,00157	0,0013	1,37	0,2634
C24:1	7	24	0,000073	0,00107	0,00000	0,0010	0,90	0,5233

Resultados e Discussão

Não houve interação significativa categoria \times grupo genético para nenhum ácido graxo estudado, portanto, os efeitos foram tratados separadamente. Também não houve efeito ($P > 0,05$) da idade dos animais (Tabela 3) sobre a composição de ácidos graxos de cadeia curta, entre C4:0 e C10:0. O ácido graxo de cadeia curta com maior presença na carne, tanto dos animais superjovens quanto dos animais jovens, foi o ácido butírico (C4:0), que teve seu valor reduzido com o aumento da idade (3,910 para animais superjovens e 2,995 para animais jovens).

Os ácidos graxos de cadeia média, entre C12 e C16, em sua maioria (92%), não sofreram modificação com a idade de abate. Não foram observadas alterações significativas ($P > 0,05$) na porcentagem dos ácidos graxos mirístico

(C14:0), pentadecanóico (C15:0), palmítico (C16:0) e palmitoléico (C16:1). Entretanto, a composição em ácido graxo *iso*-pentadecanóico (C15:0_{iso}) foi maior ($P < 0,05$) nos animais abatidos com menor idade (0,168% nos jovens e 0,203% nos superjovens).

Os ácidos graxos de cadeia média com maior participação percentual na carne de novilhos superjovens e jovens foram o mirístico (C14:0) e o palmítico (C16:0). Com o aumento da idade, houve acréscimo numérico no percentual destes ácidos graxos saturados de cadeia média. Hecker et al. (1975), no entanto, observaram decréscimo na composição dos ácidos graxos mirístico e C12:0 com o aumento da idade dos animais. Neste trabalho, a diminuição da idade não foi suficiente para ocasionar mudança ($P > 0,05$) na composição dos ácidos graxos de cadeia curta e média. De acordo com Beorlegui (2004), os ácidos graxos de cadeia média (C12:0–C16:0) aumentam tanto a concen-

Tabela 3 - Composição em ácidos graxos na carne de novilhos de duas categorias de abate

Ácido graxo (%)	Categoria		Probabilidade
	Superjovem	Jovem	
Cadeias curta e média			
C4:0	3,910	2,995	0,3440
C6:0	0,001	0,003	0,7456
C8:0	0,000	0,031	0,1678
C10:0	0,068	0,064	0,4300
C12:0	0,078	0,073	0,4589
C13:0 _{iso}	0,017	0,000	0,4902
C13:0 _{ant}	0,062	0,025	0,4588
C14:0	2,670	3,036	0,2422
C14:0 _{iso}	0,032	0,035	0,8523
C14:1c9	0,525	0,530	0,9544
C15:0	0,298	0,318	0,4021
C15:0 _{iso}	0,203	0,168	0,0141
C15:0 _{ant}	0,207	0,174	0,0547
C16:0	24,443	26,404	0,1010
C16:0 _{iso}	0,175	0,167	0,5400
C16:1c9	1,995	2,752	0,0644
Cadeia longa			
C17:0	0,686	0,622	0,6145
C17:0 _{iso}	0,436	0,334	0,0071
C17:1	0,652	0,696	0,7868
C18:0	18,276	17,846	0,5437
C18:1t11	1,211	1,552	0,0431
C18:2c9t11	0,242	0,265	0,4381
C18:3	0,399	0,343	0,4464
C20:0	0,136	0,079	0,0181
C20:1	0,044	0,093	0,0565
C20:3	0,037	0,030	0,3890
C20:4	0,219	0,151	0,3194
C20:5	0,096	0,020	0,4514
C22:0	0,000	0,019	0,0565
C22:1	0,004	0,011	0,7456
C22:2	0,642	0,523	0,5845
C22:5	0,031	0,013	0,1694
C22:6	0,046	0,029	0,4873
C24:0	0,070	0,091	0,2694
C24:1	0,003	0,008	0,7456

tração de colesterol no plasma humano como a de lipoproteína de baixa densidade (LDL).

A diferença de aproximadamente 10 meses de idade dos animais não foi suficiente para ocasionar diferenças significativas na composição de ácidos graxos de cadeia longa, pois aproximadamente 90,3% desses ácidos graxos nas carnes dos animais foram semelhantes (Tabela 3). Contudo, observou-se diferença significativa na porcentagem dos ácidos graxos *iso*-heptadecanóico (C17:0_{iso}; P = 0,0071), vaccênico (C18:1_{trans}11; P = 0,0431) e ácido araquídico (C20:0; P = 0,0181), que decresceu com o avançar da idade dos animais.

O ácido graxo vaccênico é formado pela biohidrogenização de um isômero posicional e geométrico derivado do ácido linoléico, chamado CLA (C18:2_{cis}9-*trans*11 e

C18:2_{cis}12-*trans*10). Muitas vezes, a biohidrogenização do ácido graxo linoléico não chega a completar-se, assim, quantidades significativas de ácido graxo conjugado e de *trans*-monoinsaturados, como o ácido graxo vaccênico, alcançam o duodeno e são absorvidas, ficando no leite ou no tecido (Beorlegui, 2004).

O ácido linoléico conjugado (CLA) também pode ser formado endogenamente pela dessaturação do ácido graxo vaccênico por uma enzima presente na glândula mamária e no tecido adiposo, a Δ -9-dessaturase (Medeiros, 2002). A Δ -9-dessaturase também é encontrada em tecidos humanos, por isso, aumentos no consumo de ácido graxo vaccênico poderiam ter os mesmos efeitos benéficos associados à ingestão de CLA (Beorlegui, 2004). De acordo com Mulvihill (2001), em estudos animais, o CLA reduziu os riscos de tumores mamários e inibiu a indução de tumores de pele e, por ter propriedades antiteratogênicas, de imuno-mediação, aumenta a eficiência no crescimento, reduz a gordura corporal e previne a diabetes. Assim, a carne de animais superjovens, apesar de seu teor numericamente inferior de CLA (C18:2_{c9t11}) (0,242 vs 0,265%), apresentou valores superiores (P<0,05) de ácido graxo vaccênico.

Não houve diferença (P>0,05) no percentual total de ácidos graxos saturados e insaturados, resultado contraditório ao da literatura (Tabela 4). Segundo Nürnberg et al. (1998), a quantidade de tecido adiposo aumenta com a idade e ocasiona mudanças, como o rápido crescimento do diâmetro da célula do tecido adiposo até os 12 meses de idade. Após este período, ocorre pequena redução do crescimento até os 2 anos de idade. Com o tempo, a velocidade de crescimento dos adipócitos diminui, aumentando a importância relativa da gota lipídica em relação à membrana, onde se concentram os ácidos graxos insaturados (Medeiros, 2002). Assim, o perfil de ácidos graxos fica menos insaturado com o passar do tempo, pois os ácido graxo poliinsaturados estão relacionados à fração de fosfolipídios, que também reduzem com o passar do tempo (Duckett et al., 1993). Mesmo assim, neste trabalho, a diferença de idade dos animais provavelmente não foi suficiente para ocasionar mudanças, tanto em crescimento de adipócito quanto em deposição de gota lipídica, portanto, não interferiu no perfil de ácidos graxos.

A idade de abate não influenciou o total de ácidos graxos *cis*18. O total de *trans*18 (2,46%) na carne dos animais superjovens foi superior ao dos animais jovens (1,873; P=0,0412). Os ácidos graxos *trans* são insaturados e, ao contrário dos ácidos graxos insaturados *cis*, possuem na sua ligação dupla os hidrogênios dispostos de forma transversal e são resultado da biohidrogenação ruminal ou

Tabela 4 - Composição dos ácidos graxos da carne de animais de duas categorias de abate

Ácido graxo (%)	Categoria		Probabilidade
	Superjovem	Jovem	
Saturados ¹	51,761	52,489	0,3954
Insaturados ²	48,421	47,579	0,3300
Monoinsaturados ³	43,977	44,165	0,9020
Poliinsaturados ⁴	4,412	3,379	0,3873
Relação insaturados/ Saturados	0,945	0,905	0,2771
Relação polinsaturados/ saturados	0,084	0,064	0,3619
Total <i>cis</i> 18 ⁵	38,501	38,383	0,9383
Total <i>trans</i> 18 ⁶	2,460	1,873	0,0412
Ácidos graxos de cadeia curta	3,975	3,093	0,3664
Ácidos graxos de cadeia média	30,705	33,680	0,1087
Ácidos graxos de cadeia longa	65,470	63,259	0,1605
Índice Δ^9 -dessaturase C16 ⁷	7,80	9,11	0,1504
Índice Δ^9 -dessaturase C18 ⁸	67,01	67,16	0,9498

¹ Saturados = C4:0; C6:0; C8:0; C10:0; C12:0; C13:0iso; C13:0ant; C14:0iso; C14:0; C15:0iso; C15:0ant; C14:1c9; C15:0; C16:0iso; C16:0; C17:0iso; C17:0; C18:0; C20:0; C22:0; C24:0.

² Insaturados = monoinsaturado+polinsaturado.

³ Monoinsaturados = C16:1c9; C17:1; C18:1t6; C18:1t9; C18:1t10; C18:1t11; C18:1t12; C18:1c9; C18:1c11; C18:1c12; C18:1c13; C18:1t16; C18:1c15; C20:1; C22:1; C24:1.

⁴ Poliinsaturados = C18:2t11c15; C18:2c9c12; C18:3; C18:2c9t11; C20:3; C20:4; C22:2; C20:5; C22:5; C22:6.

⁵ AG *Cis*18= C18:1c9; C18:1c11; C18:1c12; C18:1c13; C18:1c15; C18:2t11c15; C18:2c9c12;

⁶ AG *Trans*18= C18:1t9; C18:1t10; C18:1t11; C18:1t12; C18:1t16; C18:1t18; C18:2t11c15; C18:2c9c12;

⁷ Índice D^9 -dessaturase C16=100*(C16:1n-9/(C16:0+C16:1n9))

⁸ Índice D^9 -dessaturase C18=100*(C18:1n-9/(C18:0+C18:1n9))

de processos industriais. O conceito geral de ácidos graxos *trans* traduz-se em efeitos prejudiciais à saúde humana, Sanhueza et al. (2002) relacionaram esses efeitos aos lipídios sanguíneos, à ação inibitória de enzimas hepáticas, à modificação da fluidez das membranas celulares e ao potencial arteriogênico. De acordo com Chiara et al. (2002), os ácidos graxos *trans* estão relacionados ao aumento de doenças coronárias e seu principal efeito metabólico seria sua ação hipercolesterolêmica, que eleva o colesterol total e a lipoproteína de baixa densidade (LDL-c), reduzindo a lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e resultando em significativo aumento da relação LDL-c/HDL-c. Essa relação é considerada o prognóstico mais importante para as doenças cardiovasculares, em razão dos níveis plasmáticos de lipídios (Chiara et al., 2002).

O total de ácidos graxos de cadeias curta, média ou longa não sofreu nenhum efeito da idade de abate dos animais.

A Δ^9 -dessaturase é a enzima responsável pela retirada de moléculas de hidrogênio das cadeias carbonadas dos ácidos graxos saturados, transformando-os em ácidos

graxos insaturados. Essa enzima está presente tanto na glândula mamária quanto no tecido adiposo e sua atividade promove a formação endógena de CLA de ácidos graxos monoinsaturados, como C16:1 e C18:1 (Medeiros, 2002). Neste estudo, a categoria animal não influenciou a atividade da Δ^9 -dessaturase.

Laborde et al. (2001) citam que a recomendação Canadense para o consumo diário para humanos inclui o máximo de 11 g de ácidos graxos saturados e mínimo de 3,8 mg do total de ácidos graxos poliinsaturados, em 1.000 kcal de energia consumida. Em comparação aos dados compilados por Laborde et al. (2001), neste trabalho, em 100 g de carne de animais superjovens, obtiveram-se 51,8 g de ácidos graxos saturados, enquanto, na carne dos animais jovens, esse valor foi de 52,5 g.

Mulvihill (2001) comparou o teor de C18:2c9,t11 na carne de animais criados em países como Austrália (7,6 mg/g de gordura) e Estados Unidos (1,7-2,7 mg/g de gordura) e atribuiu essa diferença à alimentação dos animais, uma vez que animais australianos são basicamente criados em pastagem, enquanto os americanos são alimentados com altas quantidades de grãos na dieta. Os novilhos jovens utilizados neste estudo apresentaram na carne 2,65 mg/g de CLA, enquanto nos superjovens esse valor foi de 2,42 mg/g. Os valores encontrados neste estudo foram intermediários aos obtidos nos dois países e indicam que o nível de concentrado utilizado no confinamento interferiu na quantidade de CLA da carne.

A maioria (75%) dos ácidos graxos de cadeia curta (C4:0-C10:0) não foi influenciada pelo grupo genético dos novilhos. No entanto, animais $\frac{3}{4}$ Nelore (75% de sangue NE) apresentaram valor superior ($P < 0,05$) de ácido cáprico (C10:0) em relação aos demais grupos genéticos, indicando que o maior grau de sangue Nelore aumentou a proporção deste ácido graxo na carne de novilhos.

Os ácidos graxos de cadeia média, em sua maioria (91,7%), também não foram influenciados pelo grupo genético. Entretanto, aqueles com maior proporção de sangue Nelore ($\frac{3}{4}$ Nelore) apresentaram maior valor percentual de ácido láurico (C12:0) (0,122%), seguido dos animais $\frac{3}{8}$ Nelore (62,5% de sangue Nelore) (0,082%), que diferiram daqueles com maior grau de sangue Charolês ($\frac{5}{8}$ e $\frac{3}{4}$ Charolês com 0,053 e 0,047%, respectivamente).

Aproximadamente 96,8% dos ácidos graxos de cadeia longa não diferiram significativamente ($P > 0,05$) entre os grupos genéticos estudados (Tabela 5). Houve maior acúmulo percentual de C18:0 (esteárico) nos animais $\frac{3}{4}$ Ne e $\frac{3}{8}$ NE (20% e 19%, respectivamente) em relação aos $\frac{5}{8}$ Charolês (15%), enquanto os do grupo genético

$\frac{3}{4}$ Charolês permaneceram com valores intermediários (17%). Desta forma, houve acúmulo de ácido esteárico na carne de novilhos com o aumento do grau de sangue Nelore, fato relacionado à possível diferença de biohidrogenação ruminal, que poderia ser maior nas raças *Bos taurus indicus*, visto que não houve diferença significativa para a atividade de Δ^9 -dessaturase na conversão de C18:0 para C18:1 (Tabela 6). Segundo Simoloupos (1991), o ácido graxo esteárico está relacionado a efeitos adversos à saúde humana por ser potencialmente trombogênico. Laborde et al. (2001), avaliando diferenças entre animais de maturidade precoce e tardia, observaram tendência ($P=0,064$) de animais Simental possuírem menor quantidade de C18:0 em relação aos Red Angus. Os valores encontrados neste estudo para C18:0 foram inferiores (média de 18%) aos descritos em estudos realizados por Laborde et al. (2001) e

Malau-Aduli et al. (2000). Esses autores encontraram valores médios de 10,33% para animais da raça Simental e 9,86% para animais Red Angus (Laborde et al., 2001) e 11,2% para animais Jersey e 11,9% para animais Limousin (Malau-Aduli et al., 2000).

Muitos isômeros posicionais (7,9; 8,10; 9,11; 10,12 ou 11,13) e geométricos (cis [c]; c; trans [t]; t,t ou t,c) do CLA são conhecidos, porém, o ácido rumênico (C18:2c9t11) é predominante e totaliza pelo menos 60% do total de CLA na carne (Mulvihill, 2001). Durante as análises de ácidos graxos da carne dos novilhos, observou-se a presença de CLA (C18:2c9t11), porém os valores percentuais deste ácidos graxos não diferiram entre os grupos genéticos. A análise de contraste comprovou que novilhos com maior grau de sangue Charolês apresentaram média de 0,272% e novilhos com maior grau de sangue Nelore apresentaram valor médio

Tabela 5 - Composição em ácidos graxos da carne de novilhos de quatro grupos genéticos

Ácido graxo	Grupo genético				Probabilidade
	$\frac{3}{4}$ Charolês	$\frac{3}{4}$ Nelore	$\frac{5}{8}$ Charolês	$\frac{5}{8}$ Nelore	
Cadeias curta e média					
C4:0	2,590	4,132	3,050	4,039	0,6726
C6:0	0,004	0,003	0,000	0,001	0,9369
C8:0	0,000	0,003	0,041	0,027	0,3257
C10:0	0,049b	0,086a	0,063b	0,066b	0,0206
C12:0	0,047	0,122	0,053	0,082	0,0051
C13:0iso	0,007	0,000	0,042	0,000	0,5984
C13:0ant	0,000	0,008	0,149	0,020	0,2223
C14:0	2,505	3,183	2,728	2,997	0,5135
C14:0iso	0,034	0,033	0,037	0,028	0,9792
C14:1c9	0,535	0,441	0,701	0,432	0,3170
C15:0	0,285	0,321	0,279	0,345	0,2829
C15:0iso	0,164	0,180	0,203	0,195	0,0925
C15:0ant	0,166	0,197	0,175	0,223	0,1200
C16:0	24,859	25,277	25,071	25,586	0,8500
C16:0iso	0,174	0,163	0,152	0,195	0,1371
C16:1c9	2,524	2,046	2,716	2,208	0,5998
Cadeia longa					
C17:0	0,620	0,635	0,665	0,707	0,9277
C17:0iso	0,370	0,364	0,394	0,412	0,3565
C17:1	0,699	0,570	0,765	0,662	0,8826
C18:0	17,581ab	20,034a	15,176b	19,453a	0,0338
C18:2c9t11	0,224	0,227	0,320	0,242	0,1907
C18:3	0,233	0,515	0,277	0,457	0,1689
C20:0	0,110	0,099	0,136	0,087	0,2912
C20:1	0,055	0,084	0,041	0,094	0,3543
C20:3	0,027	0,042	0,025	0,040	0,5302
C20:4	0,161	0,200	0,103	0,276	0,3502
C20:5	0,034	0,000	0,186	0,028	0,5711
C22:0	0,000	0,012	0,007	0,014	0,6566
C22:1	0,015	0,012	0,000	0,003	0,9369
C22:2	0,563	0,609	0,334	0,823	0,4731
C22:5	0,026	0,041	0,000	0,027	0,1632
C22:6	0,028	0,018	0,064	0,040	0,6055
C24:0	0,072	0,092	0,065	0,090	0,7430
C24:1	0,011	0,009	0,000	0,003	0,9369

^{a,b} Letras diferentes na linha diferem entre si ($P<0,05$).

Tabela 6 - Composição dos ácidos graxos da carne de novilhos de quatro grupos genéticos

Ácido graxo	Grupo genético				Probabilidade
	¼ Charolês	¼ Nelore	⅝ Charolês	⅝ Nelore	
Saturados ¹	49,616b	54,936a	49,387b	54,562a	0,0220
Insaturados ²	50,556a	45,036b	50,607a	45,801b	0,0230
Monoinsaturados ³	47,060	41,151	47,529	40,544	0,0807
Poliinsaturados ⁴	3,641	3,852	3,041	5,228	0,5361
Relação insaturados/saturados	1,028a	0,820b	1,018a	0,835b	0,0326
Relação poliinsaturados/saturados	0,069	0,069	0,063	0,096	0,5928
Total cis18 ⁵	41,382	36,002	41,425	34,959	0,0971
Total trans18 ⁶	2,016	2,177	2,080	2,394	0,6066
Cadeia curta	2,627	4,224	3,154	4,132	0,6631
Cadeia média	31,297	31,961	33,207	32,306	0,8220
Cadeia longa	66,215	63,753	63,596	63,895	0,5176
Índice Δ^9 -dessaturase C16 ⁷	9,28	8,33	8,68	7,53	0,5383
Índice Δ^9 -dessaturase C18 ⁸	68,66	67,40	67,70	64,58	0,6564

¹ Saturados = C4:0; C6:0; C8:0; C10:0; C12:0; C13:0iso; C13:0ant; C14:0iso; C14:0; C15:0iso; C15:0ant; C14:1c9; C15:0; C16:0iso; C16:0; C17:0iso; C17:0; C18:0; C20:0; C22:0; C24:0.

² Insaturados = monoinsaturado+polinsaturado.

³ Monoinsaturados = C16:1c9; C17:1; C18:1t6; C18:1t9; C18:1t10; C18:1t11; C18:1t12; C18:1c9; C18:1c11; C18:1c12; C18:1c13; C18:1t16; C18:1c15; C20:1; C22:1; C24:1.

⁴ Polinsaturados = C18:2t11c15; C18:2c9c12; C18:3; C18:2c9t11; C20:3; C20:4; C22:2; C20:5; C22:5; C22:6.

⁵ Cis18 = C18:1c9; C18:1c11; C18:1c12; C18:1c13; C18:1c15; C18:2t11c15; C18:2c9c12;

⁶ Trans18= C18:1t9; C18:1t10; C18:1t11; C18:1t12; C18:1t16; C18:1t18; C18:2t11c15; C18:2c9c12;

⁷ Índice Δ^9 -dessaturase C16=100*(C16:1n-9)/(C16:0+C16:1n9)

⁸ Índice Δ^9 -dessaturase C18=100*(C18:1n-9)/(C18:0+C18:1n9)

de 0,234% de CLA (P=0,2670). Similarmente a este trabalho, Laborde et al. (2001), Mir et al. (2000) e Mir et al. (2002) não encontraram diferença nos valores de CLA na carne entre grupos genéticos de bovinos.

O total de ácidos graxos saturados e o de ácidos graxos insaturados diferiram (P<0,05) entre os grupos genéticos. Na análise de contraste, animais com predominância Nelore (¾ e ⅝NE) apresentaram maior grau de saturação dos ácidos graxos (54,75%) em comparação aos de predominância Charolês (média de 49,50%), enquanto valores inversos foram observados para o grau de insaturação dos ácidos graxos, que foi maior nos novilhos com predominância Charolês (50,58%) e menor para novilhos com predominância Nelore (média de 45,42%).

A relação de ácidos graxos insaturados/saturados foi maior nos animais com predominância Charolês em relação aos Nelore, o que está relacionado à influência da precocidade em deposição de gordura dos animais Nelore em relação aos Charolês, visto que animais precoces em deposição estariam, a uma mesma idade, depositando gota lipídica, que é composta de ácidos graxos com maior saturação em relação aos menos precoces, que teriam relação gota lipídica:fosfolipídeos de membrana menor. Esses resultados confirmam os encontrados por Rule et al. (1997) e Laborde et al. (2001) e diferem dos reportados por Huerta-Leidniz et al. (1993). Desta forma, é necessário estudar melhor as interações genéticas sobre o conteúdo de lipídios na carne de bovinos.

A atividade da enzima Δ^9 -dessaturase não diferiu entre os grupos genéticos estudados para a conversão de C16:0 e C18:0 em C16:1 e C18:1. Laborde et al. (2001), no entanto, avaliando animais Simental e Red Angus, observaram que animais Simental apresentaram 30% a mais de atividade de Δ^9 -dessaturase no C16:0 em relação aos Red Angus, porém esses autores não observaram diferença significativa na atividade de Δ^9 -dessaturase no C18:0.

De acordo com Chin et al. (1992), a carne de ovelha possui 5,6 mg de CLA por g, enquanto a bovina possui 2,9-4,3 mg/g e a de monogástricos apresenta valores inferiores (a de aves tem 0,9 mg/g e a de suínos, 0,6 mg/g). Animais com predominância Charolês apresentaram média de 2,72 mg de CLA/g de carne e animais com predominância Nelore, média de 2,34 mg/g, valores inferiores aos descritos por Chin et al. (1992).

Conclusões

A diminuição da idade de abate de bovinos de 24 para 14 meses de idade não influencia o perfil de ácidos graxos da carne. A carne de animais com maior participação de sangue Charolês possui perfil de ácidos graxos menos insaturado que a de animais com predominância de sangue Nelore.

Literatura Citada

BEORLEGUI, C.B. Cambios en el perfil de ácido grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana.

- Importancia del ácido linoleico conjugado. 1. Ruminantes. In: CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, 20., 2004, Barcelona. **Anais...** Barcelona: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2004. p.79.
- CHIARA, V.L.; SILVA, R.; JORGE, R. et al. Ácidos graxos trans: doenças cardiovasculares e saúde materno-infantil. **Revista de Nutrição**, v.15, n.3, p.341-349, 2002.
- CHIN, S.F.; LIU, W.; STORKSON, J.M. et al. Dietary source of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, newly recognized class of anticarcinogens. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.5, p.185-197, 1992.
- COOK, M.E.; WHIGHAM, L.D.; YANG, M. et al. CLA inhibits the induction of prostaglandin and leukotriene synthesis. A natural substitute for non-steroidal anti-inflammatory drugs. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLA, 1., 2001, Alesund. **Proceedings...** Alesund: NATURAL ASA, 2001. p.6-7.
- DESCHAMPS, C.F.; FIAMONCINI, J.; KOZLOSKI, G.V. et al. Avaliação do perfil de ácidos graxos de cadeia longa na carcaça de novilhos de diferentes graus de sangue Charolês:Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- DUCKETT, S.K.; WAGNER, D.G.; YATES, L.D. et al. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2079-2088, 1993.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE STANLEY, G.H. 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 concentrated-based diet. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2849-2855, 2000.
- HECKER, A.L.; CRAMER, D.A.; HOUGHAM, D.F. Compositional and metabolic growth effects in the bovine muscle, subcutaneous and serum total fatty acids. **Journal of Animal Science**, v.40, p.144, 1975.
- HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; SAVELL, 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.
- LABORDE, F.L.; MANDELL, I.B.; TOSH, J.J. et al. Breeds effect on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.355-365, 2001.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MALAU-ADULI, A.E.O.; SIEBERT, B.D.; BOTTEMA, C.D.K. et al. Heterosis, sex and breed differences in the fatty acid composition of muscle phospholipids in beef cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.83, p.113-120, 2000.
- MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado.** 2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.946-956, 2005.
- MIR, Z.; PATERSON, L.J.; MIR, P.S. Fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of intramuscular fat in crossbred cattle with and without Wagyu genetics fed a barley-based diet. **Canadian Journal of Animal Science**, v.80, p.195-197, 2000.
- MIR, P.S.; KUBER, P.S.; GASKINS, C.T. et al. Growth, carcass characteristics, muscle conjugated linoleic acid (CLA) content, and response to intravenous glucose challenge in high percentage Wagyu, Wagyu x Limousin, and Limousin steers fed sunflower oil-containing diets. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2996-3004, 2002.
- MULVIHILL, B. ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.26, p.295-299, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animal.** 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animal.** 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 242p.
- NÜRNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-156, 1998.
- PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1691-1703, 2005.
- ROBERTSON, J.B.; Van SOEST, P.J. The detergent system of analysis. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (Eds.) **The analysis of dietary fibre in food.** New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.
- RULE, D.C.; MACNEIL, M.D.; SHORT, R.E. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids the growth carcass and Longissimus muscle of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1525-1533, 1997.
- SANHUEZA, J.; NIETO, S.; VALENZUELA, A. ácido linoleico conjugado: Un ácido graso con isomeria trans potencialmente beneficioso. **Revista Chilena de Nutrición**, v.29, n.2, 2002, p.98-105.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS/STAT user's guide: statistics.** 8.ed. Version 6.11, Cary: 1997. v.6, 943p.
- SIMOLOUPUS, A.P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.438-463, 1991.
- VARELA, A.; OLIETE, B.; MORENO, T. et al. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, v.67, p.515-522, 2004.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos, gerados por fêmeas de dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1973-1982, 2002.