



Ácidos graxos no músculo *longissimus* de bovinos, machos não castrados e fêmeas, de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, em função do local de retirada da amostra.

Ilídio, Rymer Ramiz¹; Cruz, Geraldo Maria da¹; Sampaio, Alexandre Amstalden Moraes^{2,4}; Ribeiro, Glaucio Mora³; Alencar, Maurício Mello de¹; Corrêa, Luciano de Almeida¹

¹Embrapa Pecuária Sudeste – São Carlos, SP E-mail:rymer@cnpse.embrapa.br

²Departamento de Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Jaboticabal/SP

³Doutorando – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Jaboticabal/SP

⁴Bolsista CNPq

Introdução

Os lipídios biológicos constituem o grupo de compostos que, apesar de quimicamente diferentes entre si, exibem como característica definidora e comum a insolubilidade em água. As funções biológicas dos lipídios são tão diversas quanto a sua função química. Em muitos organismos, gorduras e óleos são as principais formas de armazenamento de energia. Fosfolipídios e esteróis são os principais elementos estruturais de membranas biológicas. Outros lipídios, mesmo quando presentes em quantidades relativamente pequenas, têm papéis cruciais como co-fatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos que absorvem radiações luminosas, âncoras hidrofóbicas, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares. As gorduras e os óleos usados quase universalmente como formas de armazenamento de energia nos organismos vivos são derivados de ácidos graxos (Nelson & Cox, 2002). O interesse em manipular a composição de ácidos graxos da carne tem aumentado, tendo em vista que ela é a principal fonte de gordura na dieta, principalmente de ácidos graxos saturados, os quais têm sido responsabilizados por doenças associadas à vida moderna, entre elas, vários tipos de câncer e principalmente doenças das coronárias (Wood et al., 2004). A gordura de ruminantes tem maior concentração de ácidos graxos saturados e menor relação “ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados” do que a gordura de não ruminantes. Essa diferença é devida à hidrogenação, no rúmen, dos ácidos graxos não saturados da dieta (French et al., 2000). A quantidade de gordura intramuscular no músculo *longissimus* é o principal determinante do valor da carcaça nos Estados Unidos. A gordura intramuscular é composta por cerca de 20 ácidos graxos, entretanto, seis deles contribuem com mais de 92% do conteúdo total desses ácidos. São os ácidos mirístico, palmítico, palmitoléico, esteárico, oléico e linoléico (Duckett, 2001). Os ácidos graxos linoléico e o α -linolênico são precursores necessários para a síntese de outros ácidos graxos e são considerados essenciais para os mamíferos, uma vez que não podem ser sintetizados por eles, mas podem ser sintetizados pelas plantas (Visentainer et al., 2003). O consumo de carne tem sido relacionado com o aparecimento de câncer de mama e o responsável por isso é o ácido linoléico, entretanto, descobriu-se a existência de um potente inibidor do câncer, conhecido na literatura como CLA - ácido linoléico conjugado (Terra et al., 2003). As gorduras de ruminantes são apresentadas como fontes naturais do ácido linoléico

conjugado, em particular o isômero *cis-9, trans-11* (Chin et al., 1992), que se origina da hidrogenação, no rúmen, do ácido linoléico da dieta (Kepler & Tove, 1967)

Objetivo

Verificar as diferenças no perfil de ácidos graxos nas amostras do músculo *longissimus* de bovinos, machos não castrados e fêmeas, de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, retiradas na altura da 7ª e da 12ª costela.

Material e métodos

Foram utilizados sessenta e cinco animais filhos de fêmeas cruzadas Angus x Nelore (TA) e Simental x Nelore (TS) inseminadas com sêmen de touros das raças Angus (AX), Bonsmara (BX) ou Canchim (CX), de experimento da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. Deste total, 38 e 27 eram filhos de TA e de TS; 27; 22 e 16 eram filhos de AX; de BX e de CX; 23 e 42 eram machos e fêmeas, respectivamente. Após a desmama aos oito meses de idade, todos os animais foram confinados até o abate. Os critérios de escolha de animais para cada abate foram peso vivo mínimo desejado pelo mercado e acabamento de carcaça acima de 4 mm de espessura de gordura avaliada por ultra-sonografia, na altura da 12ª costela. Após cada abate, realizado em frigorífico comercial, as meia-carcaças foram resfriadas por 24 horas. Após resfriamento, a meia-carcaça esquerda foi dividida entre a 5ª e a 6ª costela (padrão brasileiro de corte) e entre a 12ª e a 13ª costela (padrão americano de corte). A seção da 6ª à 12ª costela de cada animal foi transportada até o laboratório para retirada das sub-amostras. Como o corte realizado com serra circular, na altura da 6ª costela foi em bisel, foi necessário então eliminar a região correspondente à 6ª costela e trabalhar com amostra da 7ª costela e da 12ª costela. As amostras foram retiradas perpendicularmente ao músculo, com 1 cm de espessura. Após congelamento a -18°C , a porção correspondente ao músculo *longissimus* de cada local e de cada animal, foi fatiada e pesada em duas placas de petri previamente taradas, para extração da água em liofilizador marca Edwards por 60 horas, no laboratório de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP de Jaboticabal. As duas amostras liofilizadas de cada animal por local foram reunidas para moagem, com gelo seco em liquidificador industrial. A matéria graxa foi extraída com mistura de clorofórmio-metanol, segundo

Bligh & Dyer (1959), com as seguintes modificações (Tullio, 2004). Cerca de 3 g de amostra liofilizada foram transferidas para erlenmeyer de 125 mL, onde foram adicionados, 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada e agitados por 30 minutos em mesa agitadora. Após agitação foram adicionados 10 mL de clorofórmio e 10 mL de sulfato de sódio 1,5%, e agitados novamente por 2 minutos. O material foi filtrado, em papel de filtro quantitativo, para tubo Falcon de 50 mL. Após a separação das camadas, a superior, metanólica, foi descartada. Dez mL do filtrado restante foi transferido para bequer de 50 mL, previamente tarado. O bequer foi levado à estufa de ar forçado, à 55 °C, para evaporação do solvente por 24 horas, esfriado em dessecador e pesado. Para a transesterificação dos triglicerídios, aproximadamente 50 mg da matéria lipídica extraída foram transferidos para tubo Falcon de 15 mL, onde foram adicionados 2 mL de n-heptano. A mistura foi agitada até a completa dissolução da matéria graxa. Dois mL de KOH 2 mol/L em metanol foram adicionados e, essa mistura agitada vigorosamente por aproximadamente 5 minutos. Após a separação das fases, 1 mL da fase superior (heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foram transferidos para frascos Eppendorf de 1,5 mL. Os frascos foram hermeticamente fechados, protegidos da luz e armazenados em "freezer" (-18 °C), para posterior análise cromatográfica. As determinações qualitativas dos ácidos graxos foram feitas por meio de cromatografia

gasosa, no Laboratório de bioquímica e análise instrumental do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi feita por comparação com os tempos de retenção e as concentrações dos ácidos graxos do padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se modelos estatísticos que incluíram os efeitos de grupo genético do touro (GGT), grupo genético da vaca (GGV), sexo, local da amostra (altura da 7ª ou 12ª costela), interações GGT x GGV, GGT x sexo, GGV x sexo, local x sexo, além do resíduo (SAS 2000).

Resultados e discussão

Os resultados do perfil de ácidos graxos das amostras do músculo *longissimus* com os efeitos de grupos genéticos de touro, grupo genético de vaca, sexo e local de coleta da amostra estão apresentados na *Tabela 1*. Os resultados dos ácidos graxos não identificados (Ni) foram considerados para se ter noção da quantidade, uma vez que com o padrão utilizado não foi possível a sua identificação. Os valores dos Ni, não significativos para os efeitos estudados, foram ao redor de 10%; então nas condições do presente estudo com a coluna de 100 metros e o padrão utilizado foi possível identificar 90% da composição da gordura em ácidos graxos. O GGT influenciou ($P < 0,05$) os teores dos ácidos

Tabela 1. Perfil de ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos totais), no contrafilé de bovinos, de acordo com o grupo genético do touro (GGT), grupo genético da vaca (GGV), a condição sexual e o local de retirada da amostra (7ª e 12ª costela)¹.

Ácido graxo	GGT ²			GGV ²		Condição Sexual		Local		Erro padrão
	AX	BX	CX	TA	TS	Macho	Fêmea	7ª	12ª	
12:0	0,14	0,17	0,17	0,16	0,16	0,14	0,17	0,17	0,15	0,1
14:0	3,97 ^b	4,06 ^b	5,00 ^a	4,27	4,22	4,25	4,25	4,67 ^a	3,82 ^b	0,2
14:1	0,74 ^b	0,80 ^b	1,06 ^a	0,84	0,84	0,73 ^b	0,91 ^a	0,86	0,82	0,05
15:0	0,52	0,43	0,47	0,49	0,45	0,44	0,50	0,55	0,40	0,1
16:0	28,03 ^{ab}	26,72 ^b	29,18 ^a	28,37	27,14	28,44	27,51	28,70 ^a	27,02 ^b	0,5
16:1	3,66	3,61	3,96	3,74	3,68	3,60	3,79	3,70	3,74	0,1
17:0	0,90	0,91	0,89	0,87 ^b	0,94 ^a	0,89	0,91	0,94 ^a	0,86 ^b	0,02
18:0	13,28 ^{ab}	13,75 ^a	12,67 ^b	13,19	13,43	14,20 ^a	12,74 ^b	13,96 ^a	12,61 ^b	0,3
18:1	33,95 ^{ab}	34,68 ^a	32,38 ^b	33,39	34,42	31,45 ^b	35,26 ^a	33,08	34,56	0,6
18:2	2,87 ^{ab}	3,26 ^a	2,50 ^b	2,92	2,89	3,44 ^a	2,58 ^b	2,32 ^b	3,51 ^a	0,2
18:3	0,19 ^b	0,22 ^a	0,18 ^b	0,20	0,19	0,21	0,19	0,17 ^b	0,22 ^a	0,01
CLA ³	0,30	0,31	0,27	0,28	0,32	0,28	0,31	0,32	0,27	0,03
20:0	0,10	0,15	0,12	0,11	0,14	0,11	0,13	0,13	0,11	0,03
20:1	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,15	0,16	0,01
20:3	0,74	0,86	0,75	0,80	0,74	0,79	0,76	0,53 ^b	1,02 ^a	0,05
20:4	0,21	0,24	0,24	0,23	0,22	0,19 ^b	0,25 ^a	0,18 ^b	0,26 ^a	0,01
22:0	0,23	0,22	0,23	0,22	0,23	0,23	0,22	0,15	0,25	0,03
Ni ⁴	10,35	9,81	10,24	10,07	10,24	10,81	9,73	9,80	10,49	0,3

¹ Média estimada de 65 animais.

² AX= Angus, BX= Bonsmara, CX= Canchim, TA= Angus x Nelore e TS= Simental x Nelore

³ CLA=ácido linoléico conjugado

⁴ Ni= Total de ácidos graxos não-identificados.

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro de grupo genético, condição sexual ou local de retirada da amostra, diferem ($P < 0,05$), por teste SNK.

mirístico, miristolêico, palmítico, esteárico, oléico, linoléico e linolênico, enquanto o GGV influenciou ($P < 0,05$) o teor do ácido heptadecanóico. Sexo influenciou ($P < 0,05$) os teores dos ácidos miristolêico, esteárico, oléico, linoléico e eicosatetraenóico. O local de obtenção da amostra (7ª vs 12ª costela) influenciou ($P < 0,05$) os teores dos ácidos mirístico, palmítico, heptadecanóico, linoléico, linolênico e eicosatetraenóico. Não foram observadas interações significativas ($P > 0,05$) para as variáveis estudadas. O ácido palmítico (16:0) é considerado hipercolesterolêmico, isto é, elevador do teor de colesterol sanguíneo (Hegster et al., 1965 e Keys et al., 1965, citados por Duckett, 2001). Os teores desse ácido graxo na carne dos animais AX foram semelhantes àqueles dos animais BX e CX, entretanto os animais BX apresentaram menores teores do que os animais CX. Esse ácido também mostrou diferenças quanto ao local de coleta da amostra. Amostras coletadas na altura da 7ª costela apresentaram maiores teores do que aquelas retiradas na 12ª costela. As quantidades de ácidos graxos esteárico, oléico e linoléico foram maiores para os animais BX quando comparados com os animais CX, porém semelhante à dos animais AX. O teor do ácido linolênico foi maior para os animais BX do que para os animais AX e CX, que foram semelhantes, lembrando que os ácidos graxos linoléico e o linolênico são considerados essenciais, uma vez que não são sintetizados pelos mamíferos. Os machos apresentaram maiores teores dos ácidos esteárico e linoléico do que as fêmeas. O inverso ocorreu com os teores dos ácidos miristolêico, oléico e eicosatetraenóico. Quando o local de retirada da amostra foi considerado, os teores dos ácidos saturados de cadeia com 14, 16, 17 e 18 carbonos, das amostras retiradas na altura da 7ª costela, foram maiores do que aquelas retiradas na altura da 12ª costela. Situação inversa ocorreu para os ácidos linoléico, linolênico, eicosatrienóico e eicosatetraenóico. As médias estimadas de ácido linoléico conjugado não foram alteradas pelos diferentes tratamentos experimentais, presente em todos grupos genéticos, sexo e local de amostragem em torno de 0,30%.

Conclusões

Os perfis de ácidos graxos no músculo *longissimus* de bovinos confinados e abatidos ainda jovens são dependentes do grupo genético do animal, do sexo e do local de amostragem.

O ácido linoléico conjugado (CLA) está presente em amostras de contrafilé de bovinos confinados.

Referências Bibliográficas

- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- CHIN, S. F.; LIU, W.; STORKSON, J. M.; HÁ, Y. L., PARIZA, W. M. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *Journal of Food and Composition and Analysis*, Orlando, v. 5, p. 185-197, 1992.
- DUCKETT, S. K. Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition. Certified Angus Beef LLC, Manhattan, 2001. Disponível em: <<http://www.certifiedangusbeef.com/cab/sd/articles/duckett.html>>. Acesso em: 21 jul. 2004.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; 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*, Savoy, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.
- KEPLER, L. M.; TOVE, S. B. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 242, p. 5586-5692, 1967.
- NELSON, D. L., COX, M. M. *Lehninger princípios de bioquímica*. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.
- SAS. Statistical analysis systems user's guide: Stat, Version 8.12 Cary: SAS Institute, 2000.
- TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; TERRA, A. M.; TERRA, L. A. A carne e os benefícios da fibra alimentar. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 27, n. 311, p.53-55, 2003.
- TULLIO, R.R. Estratégias de manejo para a produção intensiva de bovinos visando à qualidade da carne. 2004. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2004.
- VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. B.; VISENTAINER, J. E. L. Essencialidade dos ácidos graxos de cadeia longa no homem: uma análise crítica. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 27, n. 315, p. 84-88, 2003.
- 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*, Barking, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2004.