

Perfil dos ácidos graxos da carcaça de cordeiros alimentados com grãos de canola em diferentes formas

Vanderlei Bett¹, Geraldo Tadeu dos Santos^{2*}, Makoto Matsushita³, Nilson Evelázio de Souza³, Hélène V. Petit⁴, Francisco de Assis Fonseca de Macedo² e Priscila Gongora Dias⁵

¹Departamento de Zootecnia, Unesp, Jaboticabal-São Paulo, Brazil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil. e-mail: gtsantos@uem.br. ³Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil. ⁴Agriculture Agri-Food Canada Dairy and Swine Research and Development Centre, PO Box 90, Lennoxville, QC, J1M 1Z3, Canada. ⁵Zootecnista. *Author for correspondence.

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi determinar a alteração do perfil dos ácidos graxos da carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo grãos inteiros de canola (CI) em duas formas de processamentos (quebrados - CQ ou peletizados - CP). Foram utilizados 28 cordeiros, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado e abatidos com média de peso vivo entre 31 e 33kg, coletando-se amostras entre a 12^a e 13^a costela. Houve diferença significativa para os ácidos graxos C10:0, C14:1ω5, C15:0, C16:0, C16:1ω7e C17:0, cujas médias foram maiores que na dieta controle. Os ácidos graxos C18:0, C18:1ω9, C18:3ω6, C18:3ω3, C20:0, C20:1ω9, C22:0 e C24:0 sofreram alterações com a inclusão de grãos de canola. Também foi observado diferença significativa para os totais de ácidos graxos mono-insaturados, porém, os totais de ácidos graxos polinsaturados e a relação entre ácidos graxos polinsaturados e saturados foram inalterados. Os resultados levam à conclusão de que a inclusão de grãos inteiros de canola nas dietas para cordeiros altera o perfil dos ácidos graxos independentemente da forma de apresentação.

Palavras-chave: ácido linoléico, ácido palmítico, canola, cordeiro, processamento.

ABSTRACT. Meat fatty acid profile of lambs fed processed or unprocessed canola seeds. The objective of this experiment was to compare carcass fatty acids profile of lambs fed a control diet and diets containing either whole (WC), cracked (CC) or pelleted (PC) canola seeds. Twenty-eight lambs assigned to a completely randomized design were fed their respective diets for 132 days and slaughtered between 31 and 33kg of body weight. Samples of muscle *Longissimus dorsi*, *Psoas maior* and *Psoas menor* were collected on the left side of the carcass between the 12th and 13th ribs and 11 cm from the carcass midline. Concentrations of C10:0, C14:ω5, C15:0, C16:0, C16:1ω7. C17:0 and, C18:3ω3 were significantly higher (P<0.05) in the carcass of lambs fed the three canola seed diets than in the carcass of those fed the control diet. Pelleted canola seeds increased the percentages of C18:1ω9, C18:3ω6, C20:0, C20:1ω9, C22:0, and C24:0, and the proportion of monounsaturated fatty acids in the carcass of lambs compared to control and diets with either whole or cracked canola seeds. There was no difference among diets for polyunsaturated fatty acids concentration and the ratio between polyunsaturated and total fatty acids. These results suggest that the inclusion of canola seeds in the diet of lambs modifies the profile of fatty acids and that the effects is more important with pelleted than with whole or cracked seeds.

Key words: Canola, fatty acids, lamb, linoleate, palmitate, processing, rapessed.

A canola, sigla canadense para “Canadian Oil Low Acid”, difundiu-se no mundo por apresentar altos teores de ácidos graxos insaturados, baixos de saturados e níveis inferiores a 2mg de ácido erúico/g de óleo (Bell, 1993). A espécie mais

cultivada no Brasil é a *Brassica napus* L., na qual, por exigência da legislação vigente, o óleo deve conter no máximo 5% de ácido erúico (22:1ω9) e, segundo Sanches (1997), em alguns países este índice cai para 2%. Os níveis de ácido erúico tornam-se

importantes quando se verifica que o uso contínuo de óleo contendo 10% deste ácido graxo aumenta o aparecimento de aterosclerose, que é a diminuição da luz arterial pelo acúmulo de gordura (Kramer *et al.*, 1992), semelhante aos efeitos de altos níveis de colesterol no plasma sanguíneo (Kaylegian, 1995, Lai *et al.*, 1995 e Spain *et al.*, 1995).

Os estudos para utilização de grãos inteiros de canola como fonte energética e protéica para produção e melhoria da qualidade da gordura do leite é muito difundido, todavia, a utilização para ruminantes jovens, justificada pela melhora da qualidade da gordura da carcaça, é mais restrita.

Alimento rico em proteína bruta (21 a 23%), suas sementes contêm de 45 a 50% de óleo, do qual mais de 60% é formado por ácidos graxos insaturados (Baier, 1992), como o oléico, linoléico e linolênico (Shahidi, 1990) e 6% de saturados (Baier, 1992), com isso a canola torna-se uma alternativa para utilização na nutrição animal, tendo em vista a melhoria da qualidade da gordura da carcaça.

Na semente de oleaginosas, como é o caso da canola, 65 a 80% dos ácidos graxos estão na forma livre, predominando os ácidos palmítico, oléico e linoléico (Swenson e Reence, 1993).

Os ácidos graxos insaturados são rapidamente hidrogenados no rúmen pelos microrganismos, sendo uma das formas de retirar do meio o hidrogênio que resulta da degradação de outros nutrientes da dieta (Swenson e Reence, 1993). Este fato se torna importante, visto que os microrganismos do rúmen são altamente sensíveis às variações de pH, sendo que alguns deles têm suas funções reduzidas ou até mesmo são eliminados em pH abaixo de 5,8 (Orskov e Fraser, 1975; Sutton *et al.*, 1983).

Os protozoários se alimentam de bactérias, grânulos de amido e muitas vezes de ácidos graxos polinsaturados, que desta forma, escapam da bio-hidrogenação microbiana e chegam ao intestino de forma intacta para a absorção (Swenson e Reence, 1993).

Os ácidos graxos são ácidos orgânicos encontrados com tamanho de cadeia que vão de 4 a 24 átomos de carbono, diferindo entre si pelo tamanho da cadeia, presença, número e posição de duplas ligações e pelas possíveis ramificações.

Os ácidos graxos polinsaturados possuem propriedades cardiovasculares benéficas (Louch *et al.*, 1991; Louch *et al.*, 1992; Solomon *et al.*, 1991). Estes ácidos graxos promovem o abaixamento dos níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e principalmente de seus precursores, as lipoproteínas de baixíssima densidade (VLDL) e dos triglicerídeos.

Outra propriedade benéfica é a inibição que promove na síntese do ácido graxo araquidônico, que é precursor da tromboxane A2 produzida pelas plaquetas. A tromboxane A2 tem grande poder vasoconstritor e efeito agregante que aumentam a possibilidade de obstrução das artérias. Os ácidos graxos polinsaturados competem ainda com o ácido araquidônico com a posição 2-acil nos fosfolipídios das membranas, diminuindo a produção de tromboxane A2 e promovendo a produção de tromboxane A3 que, ao contrário da anterior, é inativa (Andrade, 1994).

A utilização da canola para ruminantes, segundo Lough *et al.* (1992), promove um decréscimo dos teores de ácidos graxos palmítico (C16:0) e palmitoléico (C16:1) e aumento dos ácidos graxos esteárico (C18:0), oléico (C18:1), linoléico (C18:2) e gadoléico (C20:1). O ácido graxo linoléico (C18:2 ω 6) e seus derivados que formam a família dos ácidos graxos ômega-6, e principalmente o ácido graxo linolênico (C18:3 ω 3) e seus derivados que formam a família dos ácidos graxos ômega-3, são considerados essenciais, uma vez que a síntese destes somente é possível em organismos vegetais (Lehninger, 1990; Andrade, 1994).

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da substituição do farelo de soja pelos grãos de canola, em diferentes formas de processamentos, na alteração do perfil dos ácidos graxos da carcaça de cordeiros.

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Iguatemi, Universidade Estadual de Maringá-PR, no Setor de Caprinocultura e Ovinicultura. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Cromatografia Gasosa do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá - Paraná.

Vinte e oito cordeiros machos inteiros cruzados, (fêmeas Corriedale com machos das raças Ile de France, Suffolk e Bergamácia) com idade entre 60 e 90 dias, foram pesados e distribuídos ao acaso em quatro tratamentos. Todos os tratamentos continham representantes de cada grupo genético e idade disponível. Os pesos iniciais variaram de 17,1 a 17,9kg.

Os tratamentos utilizados foram: feno de aveia + concentrado controle (FS); feno de aveia + concentrado contendo grãos inteiros de canola (CI); feno de aveia + concentrado contendo grãos quebrados de canola (CQ) e feno de aveia + concentrado peletizado contendo grãos quebrados

de canola (CP). A inclusão da canola nos tratamentos CI e CQ ocorreu somente no momento do fornecimento aos animais. O feno de aveia foi fornecido picado, em peneira de 5mm. A ração total misturada foi fornecida numa relação de 70% de concentrado e 30% de volumoso, com base na MS. A formulação dos concentrados experimentais e a composição química das dietas experimentais encontram-se nas Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição dos concentrados experimentais

Alimentos	Concentrados (kg)	
	Sem canola	Com canola
Calcáreo	1,680	1,545
Canola grão	-	28,571
F. soja	24,178	21,796
Feno aveia	-	10,838
F. bicálcico	1,000	-
F. trigo	15,000	6,644
Milho quirera	56,142	29,607
Sal comum	1,000	1,000
Uréia	1,000	-

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais

Tratamentos	Nutrientes ¹ (%)					
	MS	PB	FDN	FDA	EE	EB (cal/g)
FS	86,15	17,31	32,76	17,05	3,93	3517,07
CI	86,05	16,43	46,56	28,49	33,54	4748,19
CQ	86,48	16,93	41,91	26,52	16,60	4756,73
CP	87,00	15,94	37,49	21,51	18,03	4761,11

¹ Analisado no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal - DZO/UEM; FS = feno de aveia + concentrado controle; CI = feno de aveia + concentrado contendo grãos inteiros de canola; CQ = feno de aveia + concentrado contendo grãos quebrados de canola; CP = feno de aveia + concentrado peletizado contendo grãos quebrados de canola

Os cordeiros foram colocados em baias, sendo destinada uma baia com sete cordeiros para cada tratamento, recebendo alimentação *ad libitum* incluindo minerais e vitaminas, servidos em cochos comuns a todos os animais de cada tratamento.

Os cordeiros foram abatidos ao atingirem média entre 31 e 33kg de peso vivo, com idade de 192 a 222 dias. Desta forma, o período experimental, compreendendo o fornecimento dos tratamentos aos animais, durou 132 dias no total.

As amostras foram coletadas após as carcaças ficarem armazenadas por 24 horas em câmara fria, na região dorso lombar, na altura da 12ª costela, sendo retirada uma porção dos músculos *Longissimus dorsi*, *Psoas maior* e *Psoas menor* juntamente com uma parte da gordura de cobertura, conforme descrito por Solomon *et al.* (1991), sendo estas armazenadas em freezer (-18°C) para a determinação dos ácidos graxos.

A extração da gordura total foi realizada utilizando a técnica a frio descrita por Folch *et al.* (1957) com solução clorofórmio/metanol (2:1 V/V).

Para a transesterificação dos ácidos graxos foi utilizada a metodologia descrita em ISO 5509 (1978) em solução de n-heptano e KOH/metanol.

Os ésteres de ácidos graxos foram quantificados através da cromatografia gasosa (Shimadzu 14 A) com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (50m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20µm de Carbowax 20M) com fluxo de 1,2mL de H₂/min (gás de arraste), 30mL de N₂/min (gás auxiliar) e 30 e 300mL/min, para o H₂ e ar sintético para a chama. A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em 150°C, mantida por 3 min., chegando a 240°C de temperatura final, sendo elevada a uma taxa de 10°C/min. A quantificação dos ácidos graxos da amostra foi feita através da comparação dos tempos de retenção de padrões Sigma e as concentrações através de cálculo da área dos picos através do Integrador-Processador CG-300.

As amostras dos alimentos oferecidos e das sobras foram pré-secadas em estufa de ar forçado a 55°C por 72 h. Após moídos em moinho de martelo, com o uso de peneira de 1mm, os alimentos foram analisados para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Silva (1990). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica diabásica (Calorimeter Parr).

Para a avaliação do consumo, os alimentos oferecidos e as sobras foram pesados, amostrados e analisados para a determinação da ingestão de nutrientes e de grãos de canola.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com sete repetições, sendo utilizada a análise de variância para os estudos dos efeitos dos tratamentos e o teste Tukey para o contraste de médias.

Resultados e discussão

O consumo médio diário (g/dia) de MS das rações experimentais foi de 1.097,5; 1.040,9; 1.064,4 e 1.053,3, respectivamente para FS, CI, CQ e CP, correspondendo à ingestão diária de MS (g/dia) de 0,0; 297,4; 304,1 e 300,9 de grãos de canola. Os dados de consumo médio diário de MS estão próximos aos recomendados pelo NRC (1985), que é de 1,0kg de MS/dia.

As concentrações de ácidos graxos da carcaça dos cordeiros nas condições experimentais são mostradas na Tabela 3.

Os tratamentos proporcionaram uma alteração significativa em alguns ácidos graxos saturados de cadeia curta e média, como o cáprico (C10:0), pantadecílico (C15:0), palmítico (C16:0), margárico (17:0) quando comparado à dieta controle e entre si. A inclusão da canola nas dietas proporcionou uma diminuição da concentração destes ácidos graxos na

carcaça dos cordeiros. Dos ácidos graxos saturados, o palmítico é reconhecido como o principal contribuinte para a elevação dos níveis de VLDL (lipoproteína de baixíssima densidade) e LDL (lipoproteína de baixa densidade) no humano, podendo levar a uma maior incidência de acidentes cardiovasculares (Lough *et al.*, 1991; Solomon *et al.*, 1991; Lai *et al.*, 1995). A redução destes ácidos graxos saturados também foi observada por Rule *et al.* (1989) em bovinos. A diminuição da concentração do ácido palmítico não foi observada por Solomon *et al.* (1991), cujas dietas com grãos inteiros de canola não diferiram da dieta com farelo de soja.

Segundo Lehninger (1990), o ácido palmítico é precursor do ácido palmitoléico (C16:1). Tendo o ácido palmítico concentração significativamente maior em FS, conseqüentemente o palmitoléico também foi maior ($P < 0,05$).

A concentração do ácido esteárico (C18:0) na carcaça foi alterada ($P < 0,05$), sendo CI e CQ diferentes de CP, ficando FS com a média mais baixa. Estes resultados concordam com aqueles de Rule *et al.* (1989). Segundo Harfoot (1989) e Van Soest (1994), os microrganismos do rúmen hidrolizam os ácidos graxos polinsaturados até chegarem ao seu homólogo sem dupla ligação. Na bio-hidrogenação dos ácidos graxos polinsaturados, ao chegar na última dupla ligação, pode ocorrer uma rotação desta, transformando o ácido graxo na forma *trans*, o que impossibilita sua bio-hidrogenação microbiana. Na dieta CP, por ter sofrido tratamento térmico, pode ter havido esta rotação da última dupla ligação. Isto pode ser observado nas concentrações do ácido graxo oléico (C18:1), cuja concentração da dieta CP foi significativamente maior (Wu *et al.*, 1991; Van Soest, 1994; Gaynor *et al.*, 1995).

Tabela 3. Concentração (%) dos ácidos graxos da carcaça dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Ácidos graxos - Usual ¹	Nomenclatura IUPAC ²	Concentração (%)				CV ³ (%)
		FS	CI	CQ	CP	
Cáprico	C10:0	0,1125a (± 0,010)	0,0804b (± 0,014)	0,0789b (± 0,009)	0,0830b (± 0,014)	13,483
Láurico	C12:0	0,0629 (± 0,009)	0,0629 (± 0,033)	0,0621 (± 0,013)	0,0866 (± 0,054)	47,257
Mirístico	C14:0	1,8913 (± 0,172)	1,6198 (± 0,413)	1,5376 (± 0,211)	1,6314 (± 0,364)	18,401
Miristoléico	C14:1(9)	0,2421a (± 0,133)	0,0825b (± 0,028)	0,1143ab (± 0,051)	0,2034ab (± 0,195)	75,567
Pentadecílico	C15:0	0,5146a (± 0,091)	0,3912b (± 0,069)	0,3921b (± 0,079)	0,3844b (± 0,084)	19,287
Palmítico	C16:0	20,2635a (± 1,044)	14,3792b (± 1,234)	14,0531b (± 1,167)	13,8809b (± 1,378)	7,747
Palmitoléico	C16:1(9)	1,6777a (± 0,440)	0,8684b (± 0,217)	0,8885b (± 0,441)	0,7607b (± 0,216)	33,089
Margárico	C17:0	1,8047a (± 0,176)	0,9029b (± 0,126)	0,8931b (± 0,092)	0,9496b (± 0,153)	12,323
Esteárico	C18:0	24,3414c (± 2,790)	32,0595a (± 2,081)	32,0672a (± 2,423)	28,5716b (± 3,086)	8,961
Oléico	C18:1	37,5281b (± 2,352)	38,3014b (± 1,310)	38,9854b (± 0,584)	40,9835a (± 1,897)	4,294
Linoléico	C18:2	3,0018 (± 0,253)	2,9236 (± 0,639)	2,7882 (± 0,971)	2,6618 (± 0,262)	21,413
γ-linolénico	C18:3γ	0,2757c (± 0,087)	0,4971b (± 0,151)	0,5524b (± 0,149)	0,9327a (± 0,262)	30,867
α-linolénico	C18:3α	0,1991b (± 0,105)	0,5223a (± 0,070)	0,4767a (± 0,104)	0,6184a (± 0,487)	50,949
Araquídico	C20:0	0,2602b (± 0,052)	0,4193b (± 0,269)	0,3912b (± 0,091)	0,7374a (± 0,167)	36,747
Gadoléico	C20:1(11)	0,2602b (± 0,040)	0,4193b (± 0,119)	0,3912b (± 0,165)	0,7374a (± 0,302)	40,549
11,19-eicosadienóico	C20:2(11,19)	0,1777 (± 0,046)	0,1568 (± 0,032)	0,1447 (± 0,059)	0,1830 (± 0,082)	34,959
Araquidônico	C20:4	0,2298 (± 0,069)	0,2007 (± 0,074)	0,1621 (± 0,066)	0,1748 (± 0,068)	36,107
Behênico	C22:0	0,1027b (± 0,053)	0,1225b (± 0,123)	0,1072b (± 0,052)	0,2789a (± 0,166)	60,810
Lignocérico	C24:0	0,0450b (± 0,031)	0,0985b (± 0,026)	0,1329b (± 0,079)	0,3324a (± 0,195)	70,384
Não Identificado		7,0090 (± 0,865)	5,8917 (± 0,781)	5,7811 (± 1,063)	5,8081 (± 0,948)	15,154

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$) - Valores entre parêntesis referem-se ao erro padrão; ¹. Nomenclatura usual ². Nomenclatura IUPAC - IUPAC ³. Coeficiente de variação; FS = feno de aveia + concentrado controle; CI = feno de aveia + concentrado contendo grãos inteiros de canola, CQ = feno de aveia + concentrado contendo grãos quebrados de canola; CP = feno de aveia + concentrado pelletizado contendo grãos quebrados de canola

Tabela 4. Totais dos ácidos graxos saturados, mono e polinsaturados e relação ácido graxo polinsaturado/saturado

Ácido graxo	Tratamentos/Treatments				CV (%) ²
	FS	CI	CQ	CP	
Ácidos Graxos Saturados	49,3376 (± 2,728)	50,2393 (± 1,167)	49,8010 (± 2,471)	46,8173 (± 3,164)	5,089
Ácidos Graxos Mono-Insaturados	39,7082b (± 2,381)	39,6715b (± 1,264)	40,3794b (± 0,603)	42,6850a (± 2,065)	4,246
Ácidos Graxos Polinsaturados	3,8841 (± 0,248)	4,1815 (± 0,618)	4,0778 (± 1,095)	4,7838 (± 0,961)	18,759
AGPI/AGS ¹	0,0830 (± 0,009)	0,0834 (± 0,014)	0,0821 (± 0,027)	0,1037 (± 0,029)	24,119

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Duncan ($P < 0,05$); Valores entre parêntesis referem-se ao erro padrão; Relação ácidos graxos polinsaturados:saturados; ². Coeficiente de variação; FS = feno de aveia + concentrado controle; CI = feno de aveia + concentrado contendo grãos inteiros de canola; CQ = feno de aveia + concentrado contendo grãos quebrados de canola; CP = feno de aveia + concentrado pelotizado contendo grãos quebrados de canola

Os ácidos graxos monoinsaturados, como é o caso do ácido oléico, mostram poder redutor de colesterol e LDL (Mattson e Grundy, 1985; Grundy, 1986; Lough *et al.*, 1992).

Assim como St. John *et al.* (1987) e Solomon *et al.* (1991), não foi observado efeito da inclusão de grãos inteiros de canola na alimentação de cordeiros sobre a concentração do ácido graxo linoléico (C18:2).

A dieta CP proporcionou maior concentração de ácido α -linolénico. A inclusão da canola proporcionou uma maior concentração do ácido γ -linolénico, ficando a dieta FS com a menor média para ambos os ácidos graxos. Estes dados não concordam com Lough *et al.* (1992), que relatam diminuição da concentração do ácido linoléico com a inclusão de grãos inteiros de canola. O ácido graxo linoléico é considerado essencial, uma vez que não pode ser sintetizado pelos animais (Lehninger, 1990), devendo ser fornecido na dieta. Este ácido graxo é necessário como precursor do ácido araquidônico (C20:4), que por sua vez é utilizado para produção das prostaglandinas (Andrade, 1994; Lehninger, 1990). Este efeito pode ter ocorrido devido ao processamento térmico sofrido por este tratamento, que provavelmente teria proporcionado maior proteção desses ácidos graxos da bio-hidrogenação ruminal, promovida pelos microrganismos.

As concentrações dos ácidos graxos encontradas nos animais que receberam a dieta FS foram semelhantes às citadas por Van Soest (1994), que caracterizou as concentrações de ácidos graxos da carcaça de ovinos.

No rúmen, os microrganismos sintetizam ácidos graxos (Wu *et al.*, 1991); desta forma, alguns deles podem não diferir significativamente nos tratamentos, dificultando assim a identificação da influência das dietas sobre a alteração das concentrações de ácidos graxos da carcaça dos cordeiros. Isto pode ser observado nos ácidos graxos araquídico (C20:0), gadoléico (C20:1), behênico (C22:0) e lignocérico (C24:0), que diferiram

significativamente somente para a dieta CP que sofreu processamento térmico.

Não houve diferença significativa entre as médias da relação entre ácido graxo polinsaturados e saturados (Tabela 4), discordando de Lough *et al.* (1992) que, utilizando grãos inteiros de canola para cordeiros, encontraram diferença significativa. A dieta CP proporcionou uma maior concentração de ácidos graxos monoinsaturados. O tratamento térmico da dieta CP provocou a transformação dos ácidos graxos na forma *trans*, promovendo uma maior concentração destes ácidos graxos.

Os grãos de canola alteram o perfil dos ácidos graxos da carcaça de cordeiros, sendo a forma pelotizada o processamento que proporciona os resultados mais evidentes.

Referências bibliográficas

- Andrade, A.D. *Ácidos graxos ômega-3 em peixes, óleos de peixes e óleos vegetais comestíveis*. Maringá, 1994. (Master's Thesis in Chemistry) - Universidade Estadual de Maringá.
- Baier, A.C.; Roman, E.S. Informações sobre a cultura da "canola" no sul do Brasil. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE PESQUISA DE CANOLA, I, 1992, Cascavel. *Anais...* Cascavel: Embrapa/CNPT, 1992. p.1-9.
- Bell, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. *Can. J. Anim. Sci.*, 73:679-697, 1993.
- Folch, J.; Lees, M.; Morton, M.L. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226:497-509, 1957.
- Gaynor, P.J.; Waldo, D.R.; Capuco, A.V.; Erdman, R.A.; Douglass, L.W.; Teter, B.B. Milk fat depression, the glucogenic theory, and *trans*-C_{18:1} fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 78:2008-2015, 1995.
- Grundy, S.M. comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for loweing plasma cholesterol. *N. Engl. J. Med.*, 314:745, 1986.
- Harfoot, C.G. *Lipid metabolism in ruminant*. New York: Pergamon Press, 1989.
- International Organization for Standardization. 1978. Animal and vegetable fats and oils: preparation of Methyl Esters of Fatty Acids. ISO 5509.

- Kaylegian, K.E. Functional characteristics and nontraditional applications of milk lipid components in food and nonfood systems. *J. Dairy Sci.*, 78:2524-2540, 1995.
- Kramer, J.K.G.; Sauer, F.D.; Wolynets, M.S. Effects of dietary saturated fat on erucic acid: Induced myocardial lipodosis in rats. *Lipids*, 27(8):619-623, 1992.
- Lai, H.; Lasekan, J. B.; Monsma, Cathy C.; Ney, Denise M. Alteration of plasma lipids in the rat by fractionation of modified milk fat (buttertar). *J. Dairy Sci.*, 78(4):794-803, 1995.
- Lehninger, A.L. *Princípios de bioquímica*. Traduzido por Lodi, W.R.; Simões, A.A. São Paulo: Ed. Savier, 1990.
- Lough, D.S.; Solomon, M.B.; Rumsey, T.S.; Elsasser, T.H.; Slyter, L.L.; Kahl, S.; Lynch, G.P. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on performance, serum lipids, and carcass characteristics of growing ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 69:3292-3298, 1991.
- Lough, D.S.; Solomon, M.B.; Rumsey, T.S.; Elsasser, T.H.; Slyter, L.L.; Kahl, S.; Lynch, G.P. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 70:1153-1158, 1992.
- Mattson, F.H.; Grundy, S.M. Comparison of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J. Lipid Res.*, 26:194, 1985.
- National Research Council. *Nutrient requirements of sheep*. 6.ed. Washington: National Academy Press. 99p. 1985.
- Orskov, E.R.; Fraser, C. The effects of processing of barley-based supplements on rumen pH, rate of digestion and voluntary intake of dried grass in sheep. *Br. J. Nutr. Res.*, 34:493-500, 1975.
- Rule, D.C.; WU, W.-H.; Busboom, J.R.; Hinds, F.C.; Kercher, C.J. Dietari canola seeds alter the fatty acid composition of bovine subcutaneous adipose tissue. *Nutr. Rep Int.*, 39(4):781-786, 1989.
- Sanches, S. *Ácidos graxos em três gerações de sementes de canola (Brassica napus L.) nas variedades CTC-4 e Iciola-41 e de oito variedades de canola produzidas no Paraná*. Maringá, 1997. (Master's Thesis in Chemistry) - Universidade Estadual de Maringá.
- Shahidi, F. *Canola and rapeseed: production chemistry, nutrition and processing technology*. New York: Na Avi Book, 1990.
- Silva, D.J. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. UFV, Viçosa: Imprensa Universitária, 1991.
- Solomon, M.B.; Lynch, G.P.; Paroczay, E.; Norton, S. Influence of rapeseed meal, whole rapeseed, and soybean meal on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 69:4055-4061, 1991.
- Spain, J.N.; Polan, C.E. Evaluating effects of fish meal on milk fat yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 78(5):1142-1153, 1995.
- St. John, L.C.; Young, C.R.; Knave, D.A.; Thompson, L.D.; Schelling, G.T.; Grundy, S.M.; Smith, S.B. Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet. *J. Anim. Sci.*, 64:1441-1447, 1987.
- Sutton, J.D.; Knight, R.; McAllan, A.B.; Smith, R.H. Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free or protected oils. *Br. J. Nutr. Res.*, 49:419-432, 1983.
- Swenson, M.J.; Reence, W.O. *Dukes, fisiologia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.
- Van Soest, D. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- Wu, Z.; Ohajuruka, O.A.; Palmquist, D.L. Ruminant synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 74(9):3025-3034, 1991.

Received on May 25, 1999.

Accepted on August 27, 1999.