

DOI: 10.4025/actascianimsci.v33i4.11327

Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite

Elzânia Sales Pereira^{1*}, Patrícia Guimarães Pimentel¹, Marco Aurélio Delmondes Bomfim², Maria Socorro de Souza Carneiro¹ e Magno José Duarte Cândido¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Avenida Mister Hull, s/n, 60021-970, Fortaleza, Ceará, Brasil.

²Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: elzania@hotmail.com

RESUMO. O objetivo deste estudo foi avaliar a produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com rações contendo níveis crescentes de torta de girassol (TG). Foram utilizadas oito vacas da raça Girolando com peso médio de 515 kg. O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 4 x 4 duplo, em que os fatores foram níveis de inclusão de TG na ração concentrada (0; 7; 14 e 21%). Observou-se efeito linear decrescente para os teores de proteína, gordura do leite e N-ureico. Os teores de alantóina (mmol dia^{-1}) foram influenciados pelos níveis de inclusão da TG, apresentando comportamento quadrático ($p < 0,05$). Os teores de ácido úrico, purinas totais, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano e síntese microbiana não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos níveis de inclusão de TG. Foi observado efeito linear decrescente com a adição dos níveis de torta de girassol para o ácido palmítico (C16:0), para os demais ácidos graxos não foram observadas diferenças ($p > 0,05$). A utilização de torta de girassol pode consistir em alternativa na alimentação de vacas em lactação; contudo não altera a eficiência de síntese de proteína microbiana e o perfil de ácidos graxos do leite.

Palavras-chave: coproduto, nitrogênio não-proteico, síntese microbiana.

ABSTRACT. Sunflower cake in the ration of dairy cows: microbial production, production, composition and fatty acid profile of milk. The objective of this study was to evaluate the microbial production, production, composition and fatty acids profile of milk from dairy cows fed rations with growing levels of sunflower cake. Eight Girolando cows were used, averaging 515 kg of body weight. The experimental design was a 4 x 4 Latin square, in duplicate, where the factors consisted of the rates of sunflower cake inclusion in the concentrate portion (0, 7, 14 and 21%). A decreasing linear effect was observed for protein and fat production in milk and N urea content. Allantoin rates (mmol day^{-1}) were influenced by the levels of sunflower cake inclusion, with quadratic effect ($p < 0.05$). Uric acid, total purines, absorbed purines, microbial nitrogen and microbial synthesis were not affected ($p > 0.05$) by the levels of sunflower cake inclusion. A decreasing linear effect was observed with the levels of sunflower cake inclusion for palmitic acid (C16:0); no statistical differences were observed ($p > 0.05$) for the other fatty acids. The use of sunflower cake may represent an alternative feed for dairy cows, but does not alter the efficiency of microbial protein synthesis and fatty acids profile of milk.

Keywords: co-product, non-protein nitrogen, microbial synthesis.

Introdução

A inclusão de coprodutos na formulação de rações para animais em produção, substituindo os alimentos convencionais, consiste em alternativa cujo potencial é ainda pouco explorado. Neste sentido, a cultura do girassol, em franco crescimento, possibilitou a instalação de grandes empresas de extração de óleo estrategicamente localizadas, gerando considerável quantidade de farelo e de torta de girassol. No entanto, como a variabilidade no conteúdo de nutrientes é maior para os coprodutos que para os alimentos convencionais,

análises frequentes de sua composição química e de parâmetros nutricionais e produtivos devem ser realizadas para melhor compreensão dos resultados obtidos.

Um aspecto inerente à torta de girassol, como potencial de inclusão em rações de ruminantes, consiste no seu significativo teor lipídico e proteico. Esta informação sugere que a torta de girassol possibilita o incremento energético da ração já que os lipídeos são a fonte de energia mais concentrada na natureza, contendo 2,25 vezes mais energia que os carboidratos. Vale ressaltar que há dois processos para

extração do óleo de girassol, o primeiro e mais eficiente utiliza solventes químicos (hexano associado a elevadas temperaturas), obtendo-se como coproduto o farelo de girassol (produto mais disponível no mercado). O segundo e com menor grau de eficiência é obtido pelo uso da prensagem a frio em que o coproduto é a torta de girassol. Pela maior eficiência do primeiro processo, o farelo contém baixo teor de extrato etéreo e em contrapartida a torta pode apresentar, ou não, elevados níveis de extrato etéreo, estando na dependência da eficiência do processo de prensagem a frio. De maneira geral, a torta de girassol pode ser considerada como alimento proteico (maior que 20% de PB), com proteína de alta degradação ruminal, além de ser rica em ácidos graxos insaturados (OLIVEIRA; CÁRCERE, 2005). Segundo Costa et al. (2005), a composição da torta de girassol, em termos de proteína e extrato etéreo, corresponde a 22,19 e 22,15%, respectivamente.

Sabe-se que a maioria dos lipídeos das rações dos ruminantes é formada por ácidos graxos insaturados, os quais são quase em sua totalidade bio-hidrogenados pelas bactérias do rúmen. O processo de bio-hidrogenação é de suma importância, pois além de diminuir a concentração de lipídeos insaturados, os quais são tóxicos aos microrganismos, contribui para a retirada de íons H^+ do ambiente ruminal, evitando seu acúmulo. O processo de bio-hidrogenação ainda confere uma peculiaridade aos ruminantes, que é a composição da gordura corporal diferente da dietética, uma vez que a hidrogenação dos ácidos graxos insaturados tem como principal produto o ácido esteárico. Contudo, em algumas condições dietéticas, o processo de bio-hidrogenação não se completa, permitindo a produção e absorção pelo animal dos intermediários deste processo. Neste contexto, o ácido linoléico conjugado (CLA) é um dos intermediários que tem recebido grande interesse dos pesquisadores pelas descobertas do seu efeito anticarcinogênico.

O CLA refere-se ao conjunto de isômeros de posições e configurações do ácido octadecadienoico, ou seja, o ácido linoléico (C18:2), os quais apresentam duplas ligações conjugadas, sendo separadas por uma única ligação carbono-carbono. Os seus isômeros são *cis-cis*, *cis-trans* e *trans-trans*, com duplas ligações nas posições 9 e 11, 10 e 12 e 11 e 13, sendo o isômero natural predominante em humanos e animais o ácido octadecadienoico *cis*-9, *trans*-11 (LOCK; BAUMAN, 2004).

Fontes lipídicas oriundas de sementes de oleaginosas apresentam elevado percentual de ácidos graxos insaturados, os quais estão associados à matriz proteica, podendo ser considerado um tipo de lipídeo protegido, minimizando os efeitos deletérios

dos lipídios sobre a microbiota ruminal, possibilitando, ainda, aporte de ácidos graxos poliinsaturados para o duodeno. A adição de ácidos graxos insaturados em rações de vacas lactantes pode aumentar de forma natural o CLA, melhorando a característica nutracêutica do leite. Contudo, estudos que utilizam a torta de girassol ainda são incipientes.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações na produção de proteína microbiana, na produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com níveis crescentes de torta de girassol.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Canafístula, localizada no município de Quixeramobim, Sertão Central do Estado do Ceará, região de clima semiárido (BWs'h', segundo a classificação de Köppen). Foram utilizadas oito vacas da raça Girolando, entre segunda a quinta lactação, com produção média de 20 kg de leite dia^{-1} , e peso corporal médio de 515 kg. O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 4 x 4 duplo, em que os fatores estudados foram os níveis de inclusão de torta de girassol na ração concentrada (0, 7, 14 e 21%), os quais compuseram os tratamentos experimentais. A razão volumoso:concentrado utilizada foi de 60:40, na base da matéria seca, e o volumoso utilizado foi o feno de Tifton-85 (*Cynodon* spp.).

As rações experimentais foram formuladas conforme NRC (2001) para conterem em média 13,0% de PB e produção média de 20 kg de leite. O período experimental teve duração de 64 dias, e cada período consistiu de dez dias para adaptação e seis dias para coletas. Os animais permaneceram confinados em baias individuais cobertas, com piso cimentado e com livre acesso à água. A ração total foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, às 8 e 16h, e as sobras foram previamente pesadas e amostradas para determinação do consumo diário. A ração concentrada foi composta de fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, torta de girassol e suplemento mineral e vitamínico. Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) foram determinados seguindo os procedimentos padrões (SILVA; QUEIROZ, 2002); e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos totais foram determinados pela seguinte expressão $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os carboidratos não-fibrosos (A+B1) foram determinados pela seguinte expressão $CNF =$

100 - (%PB + %EE + %FDN_{CP} + MM), em que FDN_{CP} equivale à parede celular corrigida para cinzas e proteínas.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados pela seguinte equação: NDT = PBD + (EED x 2,25) + CHOTD, em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível e CHOTD = carboidratos totais digestíveis (SNIFFEN et al., 1992).

As porcentagens dos ingredientes utilizados para formulação das rações e as respectivas composições químicas dos alimentos e das rações experimentais estão nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes das rações experimentais.

Componentes (g kg ⁻¹ MS)	Ingredientes da dieta				
	FCT ¹	FM ²	FS ³	FT ⁴	TG ⁵
Matéria seca	843,10	816,60	836,41	799,01	836,55
Proteína bruta	96,88	100,43	502,83	166,39	223,29
Extrato etéreo	16,21	46,72	25,34	56,48	116,28
Carboidratos totais	795,79	826,77	396,54	538,27	654,64
Carboidratos não-fibrosos	33,93	646,52	275,98	255,39	183,47
Fibra em detergente neutro	834,47	217,29	167,70	352,55	537,71
FDNcp*	766,87	180,26	120,56	282,88	471,17
Fibra em detergente ácido	403,01	88,45	112,07	117,78	176,89

¹FCT – feno de capim Tifton-85; ²FM – fubá de milho; ³FS – farelo de soja; ⁴FT – farelo de trigo; ⁵TG – torta de girassol. *Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações experimentais.

Ingredientes (% MS)	Rações*			
	0	7	14	21
Feno de capim Tifton-85	60,00	60,00	60,00	60,00
Fubá de milho	23,08	22,39	22,73	21,63
Farelo de soja	9,26	7,26	5,13	3,33
Farelo de trigo	6,68	6,62	5,80	5,86
Torta de girassol	0,00	2,80	5,60	8,40
Calcário	0,52	0,54	0,54	0,54
Fosfato bicálcico	0,29	0,22	0,13	0,07
Mistura mineral	0,16	0,16	0,16	0,16
Nutrientes (g kg ⁻¹)				
Matéria seca	835,61	835,22	834,04	838,29
Proteína bruta	138,88	134,28	128,79	124,98
Extrato etéreo	27,14	29,79	31,15	35,41
Carboidratos totais	769,94	770,23	765,71	765,48
Carboidratos não-fibrosos	241,67	211,55	191,71	198,87
Fibra em detergente neutro	781,61	784,82	802,77	794,07
FDNcp**	557,73	561,68	577,00	569,60
Fibra em detergente ácido	279,30	281,86	290,83	290,59

*0: Ração sem inclusão de torta de girassol; 7: Ração com 7% de torta de girassol no concentrado; 14: Ração com 14% de torta de girassol no concentrado; 21: Ração com 21% de torta de girassol no concentrado. **Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

Durante o 16º dia de cada período experimental, duas amostras de urina (manhã e tarde) foram coletadas de cada animal, aproximadamente, 4h após o fornecimento do alimento, por meio de micção espontânea. Uma alíquota de 5 mL de urina foi diluída em 45 mL de uma solução contendo ácido sulfúrico (0,036N) mantendo o pH abaixo de 3, com o objetivo de impedir a destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação de ácido úrico. As amostras identificadas foram armazenadas a – 20°C e submetidas a análises laboratoriais. Ao final

do experimento, as amostras foram descongeladas e homogeneizadas para elaboração de uma amostra composta por vaca por período para quantificação da creatinina e dos derivados de purina.

A creatinina foi determinada com a utilização de kits comerciais (Labtest®), pelo método do ponto final, com uso de picrato e acidificante. As análises de ácido úrico também foram realizadas com o uso de kits comerciais (Labtest®), pelo método do ponto final, com uso de uricase e peróxido de hidrogênio. A determinação das concentrações de alantoína seguiu a técnica descrita por Chen e Gomes (1992). Todas as análises citadas acima foram realizadas pelo método colorimétrico. O volume urinário (VU) foi estimado conforme a equação (VALADARES et al., 1999):

$$VU(L \text{ dia}^{-1}) = \frac{29 \times \text{Peso Vivo (kg)}}{\text{creatinina (mg L}^{-1}\text{)}}$$

em que:

29 = valor da excreção diária média de creatinina, em mg kg⁻¹ PV, obtido para vacas leiteiras.

A excreção total dos derivados de purina (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol dia⁻¹. As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol dia⁻¹) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (DP, mmol dia⁻¹), utilizando a equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$DP = 0,85 \text{ Pabs} + 0,385 \text{ PV}^{0,75}$$

em que:

0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas;

0,385 PV^{0,75} = contribuição endógena para a excreção de purinas.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos (Nmic, g dia⁻¹) foi determinada em função das purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol dia⁻¹), fazendo uso da equação de Chen e Gomes (1992):

$$Nmic = \frac{70 \times \text{Pabs}}{0,83 \times 0,116 \times 1000}$$

em que:

70 = conteúdo de N de purinas (mg N mol⁻¹);

0,116 = relação N purina:N total nas bactérias;

0,83 = digestibilidade das purinas microbianas.

A produção de leite foi medida duas vezes ao dia (4 e 16h) durante todo o período de coleta. As vacas foram ordenhadas mecanicamente e a produção de leite registrada por meio de dispositivo acoplado a

ordenhadeira. A coleta das amostras de leite provenientes da ordenha da manhã e da tarde, constituídas de forma proporcional à produção de cada período, totalizando aproximadamente 250 mL cada, foi realizada no 13º e 15º dia de cada período experimental, para determinação dos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, densidade e umidade. As amostras de leite foram identificadas e armazenadas a -20°C para posteriores análises laboratoriais. As amostras de leite foram analisadas no equipamento eletrônico Bentley 2300 pertencente ao Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. Para a determinação da concentração de NUL (nitrogênio ureico do leite), foram tomadas amostras proporcionais à produção individual do animal por ordenha. As amostras foram preservadas em frascos plásticos contendo conservante (2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol) e encaminhadas à Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da Esalq/USP - Piracicaba, Estado de São Paulo.

A produção de leite foi corrigida para o teor de 4% de gordura (PLC4%), conforme NRC (2001): PLC4% = 0,4 x produção de leite + 15 x (% gordura / 100) x produção de leite. As análises do perfil de ácidos graxos no leite foram realizadas por meio de cromatografia gasosa de alto desempenho, com uso de cromatógrafo de fase gasosa, SHIMADZU, modelo GC-17A, com autoinjeter Shimadzu CBM-101, acoplado a um microcomputador Pentium 100 com software Class - GC10 versão 1.61. Os AGCL foram separados com uma coluna metil silicone + carbox (30 m x 0,53 mm). As variáveis experimentais foram submetidas à análise de variância e regressão utilizando o pacote computacional SAS (2002).

Resultados e discussão

Os teores de alantoína (mmol dia^{-1}) foram influenciados pelos níveis de inclusão da torta de girassol, apresentando comportamento quadrático ($p < 0,05$; Tabela 3). O nível de inclusão de 21% de torta de girassol maximizou a excreção de alantoína ($241,01 \text{ mmol dia}^{-1}$), valor inferior ao obtido por

Vasconcelos et al. (2010) de $416,15 \text{ mmol dia}^{-1}$ (16,5% de PB na MS da ração), avaliando a inclusão de soja crua, farelo de soja, soja tostada e farelo de soja mais 5% de ureia, contido próximo ao de Souza et al. (2006), trabalhando com diferentes níveis de casca de café na ração, o qual registrou $285,70 \text{ mmol dia}^{-1}$ em rações com 14,0% de PB na MS, ambos utilizando vacas holandesas em lactação. Os teores de ácido úrico, purinas totais, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano e síntese microbiana não foram influenciados pelos níveis de inclusão de torta de girassol nas rações experimentais. A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen (NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano aumenta com a sincronização entre a disponibilidade da energia fermentescível e a proteína degradada no rúmen. Assim, pressupõe-se que neste estudo não houve limitação do crescimento microbiano para nenhuma das rações avaliadas. O valor médio registrado foi de $122,23 \text{ g}$ de proteína microbiana kg^{-1} de NDT, valor bastante próximo do recomendado pelo NRC (2001), de 130 g kg^{-1} de NDT.

A produção de leite média observada neste estudo apresentou efeito linear positivo ($p < 0,05$) com o aumento dos níveis de inclusão da torta de girassol (Tabela 4). O teor de lactose não foi influenciado ($p > 0,05$) com a inclusão dos níveis da torta de girassol, tal componente dificilmente é alterado pelas modificações dietéticas, correspondendo ao componente mais constante do leite.

Observou-se efeito linear decrescente para os teores de proteína e gordura do leite com níveis de torta de girassol. Vargas et al. (2002), utilizando óleo de soja em rações para vacas em lactação, fornecendo um total de 6% de ácidos graxos na MS da ração, não observaram alterações na produção de leite, na produção corrigida para 4% de gordura, bem como na composição do leite, o qual manteve teores de 3,02% de proteína e 3,68% de gordura. Mena et al. (2001), embora tenham verificado menor percentagem de proteína no leite de vacas alimentadas com 15% de caroço de algodão extrusado na ração, não verificaram redução no percentual da gordura do leite em relação à ração controle.

Tabela 3. Excreção de derivados de purinas e compostos nitrogenados microbianos em vacas submetidas a rações com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol.

Variáveis	Rações Experimentais* (%)				Equações	R ²	Pr > F	CV %
	0	7	14	21				
Volume urinário (L)	20,90	17,96	15,43	18,60	-	-	-	-
Alantoína (mmol dia^{-1})	213,13	184,07	174,10	241,01	$\hat{Y} = 216,0153 - 9,2289X + 0,4896X^2$	0,94	0,0373	28,55
Ácido úrico (mmol dia^{-1})	47,17	44,93	44,13	47,54	$\hat{Y} = 45,94$	-	ns	29,52
Purinas totais (mmol dia^{-1})	260,29	229,01	218,23	288,55	$\hat{Y} = 249,02$	-	ns	27,64
Purinas absorvidas (mmol dia^{-1})	279,50	242,29	229,39	313,04	$\hat{Y} = 266,06$	-	ns	30,79
Nitrogênio microbiano (g dia^{-1})	203,20	176,14	166,73	227,58	$\hat{Y} = 193,42$	-	ns	30,79
Consumo de NDT (kg dia^{-1})	9,18	9,66	9,70	10,88	$\hat{Y} = 9,0841 + 0,0734X$	0,85	0,001	7,12
PB mic 100 g NDT^{-1}	13,85	11,52	10,68	12,86	$\hat{Y} = 12,23$	-	ns	31,94

*0: Ração sem inclusão de torta de girassol; 7: Ração com 7% de torta de girassol no concentrado; 14: Ração com 14% de torta de girassol no concentrado; 21: Ração com 21% de torta de girassol no concentrado.

Tabela 4. Produção e composição do leite de vacas submetidas a rações com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol.

Variáveis	Rações Experimentais* (%)				Equações	R ²	Pr > F	CV %
	0	7	14	21				
Produção de leite (kg)	18,88	19,92	20,56	19,29	$\hat{Y} = 19,6311 + 0,0002X$	0,82	0,001	3,61
Produção de leite corrigido 4% (kg)	18,28	18,70	19,10	17,05	$\hat{Y} = 18,8104 - 0,0031X$	0,87	0,001	3,64
Proteína (%)	3,28	3,22	3,19	3,17	$\hat{Y} = 3,2694 - 0,0051X$	0,95	0,03	3,02
Gordura (%)	3,79	3,59	3,53	3,23	$\hat{Y} = 3,7267 - 0,0011X$	0,94	0,01	1,52
Lactose (%)	4,49	4,48	4,46	4,43	$\hat{Y} \bar{y} = 4,47$	-	ns	2,00
Sólidos totais (%)	12,18	11,81	11,69	11,32	$\hat{Y} = 12,1579 - 0,0387X$	0,97	0,001	2,12
Extrato seco desengordurado (%)	8,40	8,22	8,17	8,09	$\hat{Y} = 8,3640 - 0,0138X$	0,93	0,03	2,92
Nitrogênio ureico (mg dL ⁻¹)	13,04	13,15	12,40	11,65	$\hat{Y} = 13,2963 - 0,0702X$	0,84	0,001	5,55

*0: Ração sem inclusão de torta de girassol; 7: Ração com 7% de torta de girassol no concentrado; 14: Ração com 14% de torta de girassol no concentrado; 21: Ração com 21% de torta de girassol no concentrado.

A disponibilidade de carboidratos no rúmen é muito importante e tem grande efeito sobre a utilização dos compostos nitrogenados, pois as bactérias ruminais podem incorporar os aminoácidos e fermentá-los como fonte de energia. O crescimento microbiano depende da transferência da energia da fermentação de carboidratos, para o processo biossintético, por exemplo, de síntese de proteína microbiana. Geralmente, quando carboidratos são limitantes, os aminoácidos dietéticos são usados como fonte de energia, ocorrendo acúmulo de amônia. Portanto, a adição de carboidratos, além de promover síntese de proteína microbiana, exerce efeito poupador de aminoácidos.

Vale ressaltar que os níveis de proteína e gordura do leite deste estudo encontram-se dentro dos limites estabelecidos. A redução na percentagem da proteína do leite tem sido associada à suplementação de gordura dietética, principalmente quando as fontes são sementes de oleaginosas.

No respectivo trabalho, foi encontrado redução média de 0,11 unidades percentuais no percentual de proteína do leite com inclusão de torta de girassol. Tal valor situa-se no intervalo proposto por Emery (1978) de 0,1 a 0,3 unidades percentuais para rações com a adição de lipídeos.

De acordo com o NRC (2001), a influência da suplementação lipídica no percentual de gordura do leite é variável e depende de sua composição e da quantidade fornecida. À medida que a quantidade de ácidos graxos insaturados (livres ou esterificados) aumenta, é maior a probabilidade de diminuir o percentual de gordura do leite, caso exista bio-hidrogenação variável dos lipídeos. Outro aspecto a ser considerado é que caso exista intensa bio-hidrogenação, o perfil de ácidos graxos terá maior participação de ácidos graxos saturados, o que poderá reduzir a disponibilidade no intestino. A captura de alguns ácidos graxos pré-formados (CLA *trans*-10 *cis*-12 e CLA *trans*-8 *cis*-10) também pode inibir a síntese da gordura do leite, por reduzir a atividade

e/ou expressão de genes que codificam importantes enzimas envolvidas na captura e dessaturação dos ácidos graxos na glândula mamária (BAUMAN; GRIINARI, 2001).

Com relação a N-ureico, observou-se efeito linear decrescente com a inclusão de torta de girassol, o que evidencia sincronização entre a taxa de degradação de carboidratos e proteína no ambiente ruminal. No entanto, não foi registrado aumento da síntese microbiana com as inclusões dos níveis da torta de girassol. Torna-se importante ressaltar que os valores encontrados situam-se abaixo de 15,4 mg dL⁻¹, valor a partir do qual tem sido constatados efeitos associados a algum tipo de inferência nos parâmetros reprodutivos (RAJALA-SCHULTZ et al., 2001).

Foi observado efeito linear decrescente com a adição dos níveis de torta de girassol para o ácido palmítico (C16:0), contudo os demais ácidos graxos avaliados não apresentaram diferenças ($p > 0,05$; Tabela 5). Os resultados obtidos demonstram que a concentração de ácido palmítico foi declinando nas rações experimentais à medida que o coproduto foi adicionado, relacionando a quantidade ingerida e a quantidade de ácido palmítico excretada no leite. Eifert et al. (2006) avaliaram a efeitos da adição de monensina sódica combinada com óleo de soja em rações de vacas lactantes sobre o perfil de ácidos graxos e registraram que o óleo apresentou maior impacto sobre os AG poliinsaturados, aumentando-os. Porém, reduzindo os AG de cadeias curta (43,7%) e média (49,1%) e aumentando os AG de cadeia longa (55,3%). Os isômeros *trans*-C18:1 foram aumentados tanto pelo óleo como pela monensina, indicando efeito aditivo para *trans*-10 C18:1, que foi negativamente correlacionado ao teor de gordura do leite.

Os ácidos graxos de cadeia longa (acima de 16 carbonos) derivam da captura dos lipídeos circulantes na corrente sanguínea e aqueles com comprimento de cadeia de 16 carbonos podem ser

originários de ambas as fontes (BAUMAN; GRIINARI, 2003). A utilização de lipídeos tem sido bem vista pelo fato de promover a redução da metanogênese e do incremento calórico. Entretanto, por interferir negativamente na digestão da fibra, a adição de lipídeos tem sido limitada a aproximadamente 5% ou menos da matéria seca da ração total.

A ausência de resposta estatística para CLA neste estudo, com torta de girassol, pode ser efeito do pequeno número de animais amostrados. Apesar do coeficiente de variação de 12% verificado neste trabalho, Kelsey et al. (2003), com um número maior de animais, observaram variação de três vezes o conteúdo de CLA entre indivíduos e demonstraram que a base para a variação individual está mais relacionada à passagem pelo rúmen de CLA *cis-9 trans-11* C18:2 e de *trans-11* C18:1 e à atividade da $\Delta 9$ -desaturase que a fase de lactação ou o grupo genético dos animais.

Harvatin e Allen (2006) observaram que o fornecimento de lipídeo saturado (8,3% de AG na MS da dieta) não aumentou os teores de *Cis-9 trans-11* C18:2 (CLA), mas a suplementação com lipídeo insaturado aumentou sua concentração. Os autores relataram ainda que o lipídeo saturado apresentou pouco efeito sobre o perfil de ácidos graxos, mas o aumento no fornecimento de lipídeos insaturados diminuiu a concentração de ácidos graxos de cadeia

curta e média, e causou acréscimo na concentração de alguns ácidos graxos de cadeia longa.

Wonsil et al. (1994) encontraram que o fluxo duodenal de C18:1 *trans-11* das rações suplementadas com óleo de peixe ou óleo de soja foi quatro vezes maior que para a ração controle ou com sebo, sendo este aumento, atribuído à incompleta hidrogenação dos ácidos graxos insaturados. Neste estudo, as concentrações do referido ácido graxo foram muito próximas a zero o que não permitiu a realização de análises estatísticas. Possivelmente, os ácidos graxos C18:2 provenientes de óleos apresentem maior acessibilidade aos microrganismos do rúmen que os oriundos de grãos e forrageiras. Além das variáveis ruminais e espécies microbianas presentes, a quantidade de ácidos graxos insaturados disponíveis é um importante fator influenciando o acúmulo de C18:1 *trans-11* no rúmen.

A concentração de CLA no leite pressupõe a quantidade disponível para absorção no intestino delgado. Desta forma, manipulação dietética que vise aumentar a sua produção ruminal, provavelmente refletirá em maiores níveis de CLA no leite (BESSA et al., 2000; SANTOS et al., 2001). O aumento da ingestão de ácido linoleico é o fator primordial para o aumento na produção de CLA; portanto, a utilização de fontes lipídicas com maior concentração deste ácido, provavelmente melhore as respostas.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas submetidas a rações com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol.

Ácido graxo	Nomenclatura usual	Rações Experimentais* (%)				Equações	R ²	Pr > F	CV
		0	7	14	21				
Saturados									
C4:0	Butírico	2,21	2,31	1,99	1,95	$\hat{Y} \bar{Y} = 2,12$	-	ns	18,70
C6:0	Caproico	1,71	1,84	1,61	1,63	$\hat{Y} \bar{Y} = 1,70$	-	ns	15,64
C8:0	Caprílico	1,09	1,21	1,05	1,12	$\hat{Y} \bar{Y} = 1,67$	-	ns	14,30
C10:0	Cáprico	2,59	2,92	2,51	2,78	$\hat{Y} \bar{Y} = 2,70$	-	ns	14,73
C11:0	Undecanoico <i>c</i>	0,25	0,23	0,28	0,27	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,26$	-	ns	25,72
C12:0	Láurico	3,22	3,59	3,43	3,46	$\hat{Y} \bar{Y} = 3,42$	-	ns	15,72
C13:0	N-tridecílico	0,12	0,07	0,11	0,10	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,10$	-	ns	65,48
C14:0	Mirístico	11,81	12,65	12,06	12,90	$\hat{Y} \bar{Y} = 12,35$	-	ns	11,28
C15:0	Pentadecanoico	0,97	0,96	0,96	0,94	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,96$	-	ns	9,60
C16:0	Palmitico	35,9	33,91	33,22	31,48	$\hat{Y} = 35,2230 - 0,1690X$	0,97	0,0363	9,50
C17:0	Heptadecanoico	0,60	0,62	0,62	0,62	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,61$	-	ns	11,14
C18:0	Estearico	10,16	9,86	10,65	11,24	$\hat{Y} \bar{Y} = 10,48$	-	ns	12,84
Monoinsaturados									
C14:1	Miristoleico	0,91	0,92	0,91	0,87	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,90$	-	ns	17,04
C15:1	Pentadecenoico	0,27	0,27	0,29	0,28	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,28$	-	ns	9,40
C16:1	Palmitoleico	1,22	1,20	1,16	1,04	$\hat{Y} \bar{Y} = 1,15$	-	ns	28,29
C17:1	<i>Cis-10</i> -Heptadecanoico	0,22	0,20	0,21	0,18	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,20$	-	ns	16,21
C18:1n9t/c	Oleico e isômero	20,90	20,68	21,96	22,08	$\hat{Y} \bar{Y} = 21,40$	-	ns	32,17
Poliinsaturados									
C18:2n6t	Linoléico	0,05	0,06	0,06	0,08	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,06$	-	ns	55,14
C18:2n6c	Linoleico	0,98	0,90	1,15	0,98	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,01$	-	ns	54,54
C18:3n6	Araquídico <i>c</i>	0,15	0,14	0,15	0,16	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,15$	-	ns	27,54
C18:3n3	Linolênico	0,45	0,45	0,44	0,45	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,45$	-	ns	7,03
C18:2c9t11(CLA)	Rumênico	0,50	0,45	0,56	0,52	$\hat{Y} \bar{Y} = 0,51$	-	ns	12,40

*0: Ração sem inclusão de torta de girassol; 7: Ração com 7% de torta de girassol no concentrado; 14: Ração com 14% de torta de girassol no concentrado; 21: Ração com 21% de torta de girassol no concentrado.

Conclusão

A utilização de torta de girassol é uma alternativa na alimentação de vacas em lactação, contudo não altera a eficiência de síntese de proteína microbiana, a produção e o perfil de ácidos graxos do leite.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro da pesquisa e a Fazenda Canafístula pela possibilidade de execução da fase de campo da pesquisa.

Referências

- BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 4, n. 1-2, p. 1182-1191, 2001.
- BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v. 23, p. 203-227, 2003.
- BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J. M. R.; PORTUGAL, A. V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, v. 63, n. 3, p. 201-211, 2000.
- CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute, 1992. (Occasional publication).
- COSTA, M. C. R.; SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; BELÉ, J. C.; BOROSKY, J. C.; MOURINHO, F. L.; AGOSTINI, P. S. Utilização da torta de girassol na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação: efeitos no desempenho e nas características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1581-1588, 2005.
- EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D.; LEOPOLDINO, W. M.; ARCURI, P. B.; LEÃO, M. I. L.; COTA, M. R.; VALADARES FILHO, S. C. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 219-228, 2006.
- EMERY, R. S. Feeding for increase milk protein. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 6, p. 825-828, 1978.
- HARVATINE, K. J.; ALLEN, M. S. Effects of fatty acid supplements on milk yield and energy balance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 3, p. 1081-1091, 2006.
- KELSEY, J. A.; CORL, B. A.; COLLIER, R. J.; BAUMAN, D. E. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 8, p. 2588-2597, 2003.
- LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. **Lipids**, v. 39, n. 12, p. 1197-1206, 2004.
- MENA, H.; SANTOS, J. E. P.; HUBER, J. T.; SIMAS, J. M.; TARAZON, M.; CALHOUN, M. C. The effects of feeding varying amounts of gossypol from whole cottonseed and cottonseed meal in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 10, p. 2231-2239, 2001.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: NAP, 2001.
- OLIVEIRA, M. D. S.; CÁRCERE, D. R. **Girassol na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Funep, 2005.
- RAJALA-SHULTZ, P. J.; SAILLE, W. J. A.; FRAZER, G. S.; WITTUM, T. E. Association between milk urea and fertility in Ohio dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 2, p. 482-489, 2001.
- SANTOS, F. L.; SILVA, M. T. C.; LANA, R. P.; BRANDÃO, S. C. C.; VARGAS, L. H.; ABREU, L. R. Efeito da suplementação de lipídeos na ração sobre a produção de ácido graxo conjugado (CLA) e a composição da gordura do leite de vaca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1931-1938, 2001.
- SAS-Statistical Analysis System. **SAS Systems for linear models, Version 9.0**. Cary: SAS Institute, 2002.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, D. J.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, A. L.; GARCIA, R.; VALADARES, R. F. D. Casca de café em dietas para vacas em lactação: balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1860-1865, 2006.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VARGAS, L. H.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; SANTOS, F. L.; QUEIROZ, A. C.; MANCIO, A. B. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros

fementativos ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 522-529, 2002. (Suplemento 1).

VASCONCELOS, A. M.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; DIAS, M.; MORAIS, D. A. E. F. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus co-produtos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 425-433, 2010.

VERBIC, J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A.; ORSKOV, E. R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **The Journal of**

Agricultural Science, v. 114, n. 3, p. 243-248, 1990.

WONSIL, B. J.; HERBEIN, J. H.; WATKINS, B. A. Dietary and ruminally derived *trans*-18:1 fatty acids alter bovine milk lipids. **Journal of Nutrition**, v. 124, n. 3, p. 556-565, 1994.

Received on October 4, 2010.

Accepted on February 24, 2011.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.