



Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras¹

Márcia Maria Cândido da Silva², Marcelo Teixeira Rodrigues³, Carla Aparecida Florentino Rodrigues⁴, Renata Helena Branco⁵, Maria Ignez Leão³, Amélia Cristina Mendes de Magalhães⁶, Rogério da Silva Matos⁷

¹ Parte da tese de Doutorado da primeira autora apresentada à UFV - Viçosa, MG.

² Pós-doutoranda em Zootecnia - UFV.

³ Departamento de Zootecnia da UFV - Viçosa, MG.

⁴ Zootecnista, DS.

⁵ IZ - Sertãozinho, SP.

⁶ Instituto Multidisciplinar da Saúde (IMS) da UFBA - Vitória da Conquista, BA.

⁷ Pós-graduando em Zootecnia da UFV - Viçosa- MG.

RESUMO - Avaliou-se o efeito da inclusão de óleo de soja (OS), sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa (SC) e grão de soja (GS) na dieta sobre o consumo, as digestibilidades total e ruminal dos nutrientes, os parâmetros ruminais e a produção e eficiência de produção de proteína microbiana em cabras. Foram utilizadas oito cabras não-gestantes e não-lactantes, fistuladas no rúmen, distribuídas em delineamento experimental em quadrado latino 4 x 4, com duas repetições. Os tratamentos consistiram de quatro dietas, sendo uma controle (C), isenta de lipídio suplementar, e as demais, adicionadas de um dos suplementos testados, contribuindo com 4,5% de EE suplementar (6,5% na dieta total). A suplementação lipídica não alterou o consumo de MS. Os coeficientes das digestibilidades total e ruminal do EE nas dietas com suplementos lipídicos foram superiores aos da dieta controle. Maior tempo de retenção de partículas sólidas foi obtido com o uso de grão de soja como suplemento. Os tratamentos não influenciaram o pH, a síntese e a eficiência de proteína microbiana, mas reduziram a concentração de amônia no rúmen. A suplementação com lipídios no nível de 4,5% pode ser utilizada de modo eficiente em dietas para caprinos.

Palavras-chave: caprinos, óleo, sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa, síntese microbiana, soja

Effect of lipid supplementation on digestibility and ruminal metabolism in dairy goats

ABSTRACT - Eight non-pregnant, non-lactating dairy goats fitted with ruminal cannulas were assigned to two replicated 4 x 4 Latin squares to evaluate the effects of lipid supplementation on intake, total tract and ruminal digestibility of nutrients, ruminal metabolism, and microbial protein synthesis. Animals were fed a control diet (no fat supplementation; 2.0% ether extract) or a diet supplemented (4.5% of added ether extract) with soybean oil (SO), calcium salts of long-chain fatty acids (CS) or whole soybean grain (WS). No significant differences were observed for dry matter intake among diets. Apparent total tract and ruminal digestibilities of ether extract were greater on diets containing fat supplements than on the control diet. The greatest ruminal retention time of particles was observed in the WS diet. Fat supplementation did not affect ruminal pH and microbial protein synthesis and efficiency but reduced the concentration of ruminal ammonia. Based on these results, it is recommended the addition of up to 4.5% of fat in diets of non-lactating dairy goats.

Key Words: calcium salts of long chain fatty acids, goats, microbial protein synthesis, oil, soybean

Introdução

A inclusão de lipídios em níveis superiores a 5% da MS em rações para animais em lactação está relacionada a alterações nos padrões de fermentação ruminal (Cenkvari et al., 2005). Os principais mecanismos envolvidos neste processo incluem o recobrimento físico da fibra, os efeitos tensoativos sobre as membranas

microbianas e a diminuição na disponibilidade de cátions pela formação de sabões, que pode influenciar o pH ruminal, limitando o crescimento microbiano (Byers & Schelling, 1988).

Como meio adaptativo à sobrevivência das espécies microbianas, após a hidrólise dos triglicerídeos, algumas bactérias ruminais promovem a hidrogenação dos ácidos graxos livres, em um processo diretamente relacionado ao

grau de insaturação dos ácidos graxos, e ao nível e à frequência de alimentação.

Óleos vegetais, ricos em ácidos graxos insaturados, podem acarretar efeitos negativos no ambiente ruminal, incluindo a diminuição da digestibilidade das frações fibrosas da dieta. A soja grão pode ser considerada fonte de gordura parcialmente protegida, visto que as gotículas de lipídios em sementes oleaginosas se encontram inseridas na matriz protéica dos grãos, conferindo-lhes proteção natural.

Suplementos lipídicos denominados “gorduras inertes” têm sido desenvolvidos com o intuito de aumentar a concentração energética das dietas, com mínima interferência na fermentação ruminal. Os métodos de proteção da gordura incluem a encapsulação por proteína tratada com formaldeído (McAllan et al., 1983), a hidrogenação das gorduras e a produção de sabões de cálcio (Jenkins & Palmquist, 1982). Os sabões de cálcio são degradados no rúmen em pequena proporção e, após hidrólise no abomaso, seus ácidos graxos podem ser absorvidos, reduzindo os efeitos negativos sobre a fermentação ruminal (Gonzalez et al., 1998).

Na maioria dos experimentos envolvendo suplementação lipídica para ruminantes, são utilizados bovinos como modelo animal, tornando escassas as informações dos efeitos dos lipídios sobre as características de fermentação ruminal em caprinos (Teh et al., 1994; Lana et al., 2005). Segundo Van Soest (1994) e Chilliard et al. (2003), os caprinos possuem comportamento alimentar e metabolismo diferenciados em relação a outras espécies de ruminantes e, portanto, podem apresentar respostas distintas ao fornecimento de lipídios.

Neste estudo, objetivou-se avaliar a influência do fornecimento de lipídios em dieta para cabras sobre o consumo, as digestibilidades total e parcial dos nutrientes, os parâmetros ruminais (pH e amônia), a taxa de passagem de sólidos, o fluxo de nutrientes para o omaso e a eficiência de síntese microbiana.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa no período de junho a setembro de 2004.

Foram utilizadas oito cabras da raça Alpina, múltiparas, não-gestantes e não-lactantes, fistuladas no rúmen, com peso vivo de $48,66 \pm 8,60$ kg, mantidas em baias individuais (3 m^2) de piso ripado.

Os animais foram dispostos em delineamento experimental quadrado latino 4×4 , com duas repetições. Foram avaliados quatro tratamentos, que consistiram de uma dieta controle (C), isenta de lipídio suplementar, e três dietas-teste, cada uma contendo uma forma de suplementação lipídica, selecionada de acordo com o grau de proteção à hidrogenação ruminal: óleo de soja (OS), não-protégida; sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa (SC = Megalac[®] E; Church & Dwight, Co.), protegida; e grão de soja (GS), parcialmente protegida.

As dietas foram compostas de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) como volumoso e mistura concentrada, à base de fubá de milho (*Zea mays* L.) e farelo de soja (*Glycine max* L.), complementada com mistura mineral e balanceada para atender às exigências nutricionais de cabras leiteiras em lactação (AFRC, 1993; NRC, 1981). Na dieta GS, o grão de soja consistiu na principal fonte protéica e substituiu totalmente o farelo de soja.

A proporção dos ingredientes nas dietas e a composição dos alimentos e das dietas experimentais encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As dietas utilizadas foram formuladas de modo que a razão energia metabolizável fermentável/proteína bruta (EMF/PB) de 0,14 e o teor de EE do suplemento (4,5%) fossem mantidos constantes.

Cada período experimental compreendeu 28 dias, sendo 17 para adaptação às dietas, ao manejo e ao ajuste do consumo voluntário e 11 para a coleta de dados. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8h30 e 16h30, permitindo-se 10% de sobras. Elaboraram-se amostras compostas das sobras por animal e por período, que foram congeladas para posteriores análises.

Durante os quatro primeiros dias do período de coleta, foram obtidos os dados para determinação da digestibilidade aparente pela técnica *in vivo*, com coleta parcial de fezes e urina. As fezes foram retiradas diretamente da ampola retal a intervalos de 26 horas, originando uma amostra composta do período, por animal.

A excreção fecal, o fluxo de nutrientes para o omaso e a taxa de passagem de sólidos foram determinados utilizando-se como indicador a fibra em detergente ácido indigerível (FDAi), conforme técnica descrita por Cochran et al. (1986).

Para a quantificação do fluxo omasal, alíquotas de aproximadamente 150 mL de digesta do omaso foram obtidas simultaneamente à coleta das amostras de fezes, utilizando-se um conjunto de dispositivos, composto de um kitassato, um tubo coletor e uma bomba de vácuo (através da fistula ruminal, introduzia-se o tubo coletor no orifício retículo-omasal, onde era mantido seguro com a mão durante o período da coleta; a digesta entrava no tubo coletor e era

Tabela 1 - Proporções, expressas na matéria seca, dos ingredientes nas dietas experimentais

Table 1 - Ingredient composition of the experimental diets, % of DM

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Dieta <i>Diet</i>			
	C <i>C</i>	OS <i>SO</i>	SC <i>CS</i>	GS <i>WS</i>
	% MS (%DM)			
Feno de capim-tifton 85 <i>Tifton hay</i>	40,84	40,84	40,84	40,84
Fubá de milho <i>Ground corn</i>	37,15	34,05	33,69	35,04
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	20,31	18,95	18,80	-
Grão de soja <i>Whole soybean</i>	-	-	-	22,42
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	-	4,50	-	-
Megalac-E® <i>Megalac-E®</i>	-	-	5,05	-
Calcário <i>Limestone</i>	0,37	0,37	0,37	0,37
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,73	0,73	0,73	0,73
Mistura mineral* <i>Mineral mixture</i>	0,59	0,59	0,59	0,59

* Mistura mineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio; 95,78% de cloreto de sódio.

C = controle; OS = óleo de soja; SC = sais de cálcio; GS = grão de soja.

* Mineral mix: 0.32% of iron sulfate, 0.48% of copper sulfate; 0.71% of manganese sulfate, 2.67% of zinc sulfate, 0.02% of cobalt sulfate, 0.0125% of potassium iodate, 0.006% of sodium selenite, 95.78% of sodium chloride.

C = control; SO = soybean oil; CS = calcium salts; WS = whole soybean.

succionada até o kitassato, conectado a uma bomba de vácuo). Imediatamente após as coletas, as amostras foram armazenadas em recipientes plásticos e, posteriormente, constituíram amostras compostas por período e por animal, com base na MS.

Os coeficientes de digestibilidade ruminal foram calculados considerando-se a concentração dos nutrientes e do indicador interno de indigestibilidade no alimento consumido e na digesta omasal.

A taxa de passagem (k_p) foi estimada pela técnica da evacuação ruminal, de acordo com a metodologia descrita por Robinson et al. (1987). Para minimizar os efeitos da alimentação, foram feitas três coletas de conteúdo ruminal: a primeira às 22h30, a segunda às 13h30 e a terceira às 04h30 dos dias 4, 5 e 6 do período de coleta, respectivamente. A taxa de passagem (k_p) foi estimada pelo quociente entre o fluxo omasal diário do indicador e a massa ruminal (Faichney, 1993).

A concentração de amônia (N-NH₃) e a medida do pH no rúmen foram obtidas nos tempos 0, 2, 4, 8 e 16 horas após a alimentação da manhã. O pH foi determinado diretamente no

rúmen do animal utilizando-se potenciômetro digital portátil (PH-1400; Instru Therm). Para a análise dos teores de amônia, amostras de fluido ruminal, coletadas nos mesmos horários da medição do pH, foram filtradas em quatro camadas de gaze e acidificadas com ácido sulfúrico 50%, na proporção de 0,4 mL de ácido:20 mL de fluido. As amostras foram congeladas e os teores de amônia foram determinados segundo a técnica proposta por Chaney & Marbach (1962).

No 10^o dia do período de coleta, foram retirados 2.000 mL de líquido da digesta ruminal para isolamento de bactérias ruminais, conforme descrito por Cecava et al. (1990). A estimativa da produção de nitrogênio bacteriano foi feita de acordo com a técnica das bases purinas (Zinn & Owens, 1986) no *pellet* bacteriano e na digesta omasal. A eficiência de síntese microbiana foi calculada a partir dos carboidratos e da MO degradados no rúmen, estimados pela diferença entre o consumo de carboidratos ou MO e o fluxo omasal destas frações.

Os alimentos, as sobras, as fezes e as digestas ruminal e omasal foram analisados quanto aos teores de MS, nitrogênio total (NT), EE e cinzas, utilizando-se as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), e de FDN e FDA, segundo Van Soest et al. (1991). Nos alimentos, procedeu-se também às análises de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), de acordo com técnicas descritas por Licitra et al. (1996), e de lignina em detergente ácido (LDA), conforme descrito por Pereira & Rossi Jr. (1995). Os carboidratos totais (CT) e os não-fibrosos (CNF) foram obtidos a partir das equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Van Soest et al. (1991), respectivamente:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas),$$

$$CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDNcp)$$

Os valores de EM e EL dos ingredientes das dietas e dos suplementos foram estimados pelas equações propostas pelo NRC (2001) a partir do NDT. Para o cálculo da energia metabolizável fermentável (EMF), foi deduzido da EM o valor de 1,4 (MJ/kg) ou 0,3346 (Mcal/kg), de acordo com o AFRC (1993). A estimativa da EMF é necessária, pois os lipídios não são fontes de energia para os microrganismos. Portanto, para os suplementos lipídicos óleo de soja e sais de cálcio de ácidos graxos, o valor de EMF foi considerado zero. Para o cálculo da EMF do grão de soja, o NDT foi estimado considerando-se o grão com 0% de EE e, para a quantificação do valor de energia das rações, foram utilizados os valores da digestibilidade aparente obtidos no experimento.

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 1999),

Tabela 2 - Composição bromatológica dos alimentos e das dietas experimentais

Table 2 - Chemical composition of feeds and experimental diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Composição (%MS) <i>Composition (% DM)</i>												
	MS <i>DM</i>	MO <i>OM</i>	PB <i>CP</i>	EE <i>EE</i>	CT <i>TC</i>	CNF <i>NFC</i>	FDN <i>NDF</i>	FDN _{pb} <i>NDF_{cp}</i>	FDA <i>ADF</i>	FDA ¹ <i>ADF_i</i>	NIDN ¹ <i>NDIN</i>	NIDA [†] <i>ADIN</i>	LDA <i>ADL</i>
Feno tifton <i>Tifton hay</i>	82,6	94,7	12,3	1,0	81,3	9,7	81,9	71,6	42,2	14,6	63,54	20,01	5,8
Fubá de milho <i>Ground corn</i>	88,0	98,7	8,4	3,4	86,9	71,5	17,5	15,7	5,9	3,9	9,96	4,23	2,3
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	87,5	94,4	48,0	2,6	43,8	30,0	19,5	13,8	16,0	2,5	7,00	2,60	3,2
Soja grão <i>Soybean grain</i>	84,2	94,0	39,2	20,9	33,9	18,0	28,8	15,9	11,3	2,5	24,13	12,86	2,3
Óleo soja <i>Soybean oil</i>	100	100		99,9									
Megalac-E® <i>Megalac-E®</i>	95,0			89,5									

Dieta <i>Diet</i>	Composição (%MS) <i>Composition (% DM)</i>															Energia (Mcal/kg) <i>Energy (Mcal/kg)</i>	
	MS <i>DM</i>	MO <i>OM</i>	PB <i>CP</i>	EE <i>EE</i>	EEA <i>AEE</i>	CT <i>TC</i>	CNF <i>NFC</i>	FDN <i>NDF</i>	FDN _F <i>NDF_F</i>	FDA <i>ADF</i>	FDA _I <i>ADF_I</i>	NIDN ¹ <i>NDIN</i>	NIDA ¹ <i>ADINA</i>	LDA <i>DLT</i>	NDT <i>DNF</i>	EMF <i>ME</i>	EL <i>NE</i>
C <i>C</i>	85,9	94,5	17,9	2,2	0,0	74,4	36,6	43,6	33,1	22,7	7,9	31,07	10,27	2,5	67,1	2,31	1,66
OS <i>SO</i>	86,5	94,6	17,0	6,6	4,5	71,1	34,0	42,8	33,1	22,7	7,8	30,67	10,11	2,5	70,7	2,18	1,80
SC <i>CS</i>	86,2	94,1	16,9	6,5	4,5	70,7	33,7	42,7	33,1	22,2	7,7	30,62	10,09	2,5	70,6	2,17	1,80
GS <i>WS</i>	85,1	94,3	16,8	6,3	4,7	71,3	33,1	45,7	33,1	21,8	7,9	34,85	12,54	2,9	70,0	2,23	1,76

C = controle; OS = óleo de soja; SC = sais de cálcio; GS = grão de soja.

¹ % do nitrogênio total (% of total nitrogen).

EEA = extrato etéreo adicional; LDA = lignina em detergente ácido; EMF = energia metabolizável fermentável.

C = control; SO = soybean oil; CS = calcium salts; WS = whole soybean.

AEE = added ether extract; ADL = acid detergent lignin; FME = fermentable metabolizable energy.

utilizando-se o procedimento GLM e o teste Student-Neuman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

Os dados referentes aos valores de pH e às concentrações de amônia no líquido ruminal foram analisados conforme a teoria de medidas repetidas no tempo, pelo procedimento MIXED do SAS (1999). Quando a ANOVA foi significativa para tempo, foram ajustadas equações de regressão utilizando-se o PROC REG (SAS, 1999).

Resultados e Discussão

Os dados referentes ao consumo voluntário de MS, nutrientes e energia das dietas encontram-se na Tabela 3.

Os suplementos lipídicos não afetaram os consumos de MS, fibra, CNF, NDT e EL, mas aumentaram o consumo de EE (Tabela 3).

Os consumos de MS e nutrientes foram muito inferiores aos obtidos em experimento conduzido com cabras em

lactação (Silva et al., 2006a), mas o comportamento de ingestão foi semelhante. De acordo com Mertens (1987), o consumo de MS está relacionado ao atendimento das exigências energéticas dos animais.

A suplementação lipídica proporcionou consumos de EE superiores aos da dieta controle (Tabela 3), o que era esperado, pois as dietas foram formuladas com contribuição do EE suplementar de 4,5%. No entanto, o comportamento dos animais alterou a concentração planejada e, considerando-se que a dieta controle contribuiu com 2% do EE consumido, as contribuições dos suplementos foram de 5,3; 5,4 e 4,9%, para as dietas com óleo de soja, SC e grão de soja, respectivamente. Verificou-se que, em termos percentuais, o consumo de EE pelos animais no tratamento com grão de soja foi menor, embora não tenha diferido daquele verificado nas dietas com óleo de soja e SC, como observado também em cabras em lactação.

Os consumos de NDT (kg/d) e de EL (Mcal/d) não foram alterados pela suplementação. Entretanto, embora as dife-

Tabela 3 - Consumo de de nutrientes por cabras alimentadas com dietas contendo diferentes formas de suplementação lipídica
 Table 3 - Intake of nutrients by dairy goats fed diets with different sources of lipids

Item Item	Dieta Diet				CV
	C C	OS SO	SC CS	GS WS	
CMS (kg/d) ¹ (DMI, kg/day)	0,90	0,73	0,87	0,77	27,61
CMS (%PV) (DMI, %BW)	1,84	1,53	1,79	1,59	23,40
CFDN (kg/d) ² (NDFI, kg/day)	0,36	0,29	0,34	0,33	28,79
CCNF (kg/d) ³ (NFCI, kg/day)	0,36	0,27	0,32	0,28	25,13
CEE (g/d) ⁴ (EEI, g/day)	20,77 ^b	53,10 ^a	64,08 ^a	53,05 ^a	37,24
	Consumo de energia Energy intake				
CNDT (kg/d) ⁵ (TDNI, kg/day)	0,68	0,59	0,65	0,59	27,61
CEL (Mcal/d) ⁶ (NEI, Mcal/day)	1,67	1,43	1,55	1,42	28,93

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem a 5% de probabilidade pelo teste SNK.

C = controle; OS = óleo de soja; SC = sais de cálcio; GS = grão de soja.

¹Consumo de MS; ²Consumo de FDN; ³Consumo de CNF; ⁴Consumo de EE; ⁵Consumo de NDT; ⁶Consumo de EL; PV = peso vivo.

Means in a row followed by different letters differ at 5% of probability by SNK test.

C = control; SO = soybean oil; CS = calcium salts; WS = whole soybean.

¹DM intake; ²NDF intake; ³NFC intake; ⁴EE intake; ⁵TDN intake; ⁶Net energy intake; BW = body weight.

renças não tenham sido significativas, em virtude do alto coeficiente de variação, observaram-se menores magnitudes de consumo de EL nas dietas com óleo e grão de soja como suplementos, semelhante aos resultados encontrados com cabras lactantes (Rodrigues et al., 2006).

As limitadas respostas no consumo de nutrientes observadas neste estudo podem ser atribuídas às baixas exigências nutricionais dos animais utilizados e às elevadas concentrações energéticas das dietas.

Como demonstrado na Tabela 4, da mesma forma que o consumo, apenas os coeficientes das digestibilidades total e ruminal do EE foram influenciados pelos suplementos, observando-se menor valor para a dieta controle.

Um dos principais efeitos da inclusão de lipídios em dietas para ruminantes é a interferência na fermentação ruminal, que provoca reduções na digestibilidade dos nutrientes, especialmente da fibra. As dietas foram elaboradas de modo que fossem mantidos a mesma razão EMF/PB e o mesmo nível de FDN, alterando apenas o teor de EE. Portanto, as condições de ambiente ruminal mantiveram-se constantes, não se observando redução na digestibilidade ruminal da fibra, nem mesmo quando o suplemento utilizado foi o óleo de soja.

Os lipídios fornecidos eram constituídos de grande quantidade de ácidos graxos insaturados (Silva et al., 2006b), que contribuem para o aumento no coeficiente de absorção, em razão da formação de monoglicerídeos no intestino, que atuam como agente emulsificante, facilitando a formação de micelas, o que justifica os maiores coeficientes de digestibilidade total do EE obtidos neste experimento. A menor digestibilidade total do EE para a

dieta com grão de soja sugere a ocorrência de maior saturação dos ácidos graxos, que reduz os coeficientes de absorção e, conseqüentemente, a digestibilidade.

A digestibilidade ruminal do EE, em relação ao total digerido, foi superior nos tratamentos contendo lipídios suplementares (Tabela 4). Embora não tenham sido observadas variações significativas de digestibilidade ruminal entre os suplementos, algumas considerações são necessárias.

Normalmente, a digestibilidade ruminal do EE tende a ser negativa, em razão da síntese lipídica (*síntese de novo*) microbiana a partir dos produtos da fermentação dos carboidratos.

Waldo et al. (1972) propuseram que o desaparecimento dos nutrientes presentes no rúmen ocorre por digestão e passagem. Segundo Jenkins (1993), o desaparecimento de ácidos graxos no rúmen, tanto por absorção pelo epitélio como por catabolismo a AGVs ou CO₂, é mínimo, o que resulta em desaparecimento por passagem de praticamente todo o *pool* de gorduras presente.

As quantidades de MS e EE existentes no rúmen, obtidas pela técnica de evacuação ruminal, são apresentadas na Tabela 5.

O óleo de soja promoveu menor concentração de EE no rúmen (4% da MS ruminal), em comparação aos SC (7,4%) e ao grão de soja (6,2%) (Tabela 5), o que sugere diferentes taxas de desaparecimento dos materiais, decorrentes das variações no tempo de permanência do EE no rúmen. É possível que o óleo de soja tenha desaparecido do rúmen mais rapidamente via fase líquida e que a natureza das outras fontes (sais de cálcio e grão de soja) tenha contribuído para o maior tempo de permanência, refle-

Tabela 4 - Coeficientes das digestibilidades total e ruminal dos nutrientes em cabras alimentadas com dietas contendo diferentes formas de suplementação lipídica

Table 4 - Apparent total tract and ruminal digestibilities of nutrients in dairy goat fed diets with different sources of lipids

Item <i>Item</i>	Dieta <i>Diet</i>				CV
	C <i>C</i>	OS <i>SO</i>	SC <i>CS</i>	GS <i>WS</i>	
	Digestibilidade total (%) <i>Total tract digestibility (%)</i>				
MS (<i>DM</i>)	70,53	68,49	62,87	62,88	10,31
MO (<i>OM</i>)	72,34	68,61	63,61	65,43	10,32
PB (<i>CP</i>)	74,22	71,97	67,48	64,01	10,47
FDN (<i>NDF</i>)	55,49	50,02	48,87	52,66	21,32
CT (<i>TC</i>)	71,98	68,14	63,11	63,79	11,21
CNF (<i>NFC</i>)	92,96	91,98	85,17	86,23	8,02
EE (<i>EE</i>)	68,57 ^c	87,39 ^a	85,43 ^a	80,55 ^b	4,13
	Digestibilidade ruminal (%) em relação ao total digerido <i>Ruminal digestibility as a percentage of total tract digestibility</i>				
MS (<i>DM</i>)	89,47	91,54	89,96	91,04	3,56
MO (<i>OM</i>)	90,85	92,36	90,83	92,16	3,18
PB (<i>CP</i>)	83,76	88,84	86,55	88,43	5,20
FDN (<i>NDF</i>)	93,14	93,64	92,85	94,06	2,73
CT (<i>TC</i>)	93,13	94,17	93,15	93,43	2,43
CNF (<i>NFC</i>)	94,21	95,82	94,68	94,06	2,67
EE (<i>EE</i>)	71,72 ^b	86,94 ^a	83,02 ^a	87,66 ^a	11,82

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem a 5% de probabilidade pelo teste SNK.

C = controle; OS = óleo de soja; SC=sais de cálcio; GS = grão de soja.

Means in a row followed by different letters differ at 5% of probability by SNK test.

C = control; SO = soybean oil; CS = calcium salts; WS = whole soybean.

Tabela 5 - Quantidades de MS e lipídios presentes no rúmen de cabras submetidas a diferentes formas de suplementação lipídica

Table 5 - Amounts of DM and lipids in the rumen of goats fed diets with different forms of fat supplements

Item <i>Item</i>	Dieta <i>Diet</i>				CV
	C <i>C</i>	OS <i>SO</i>	SC <i>CS</i>	GS <i>WS</i>	
MSR ¹ (g) (<i>RDM, g</i>)	437,29	394,27	437,90	498,53	20,91
EER ² (g) (<i>REE, g</i>)	15,27 ^b	15,86 ^b	32,59 ^a	31,13 ^a	42,02

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem a 5% de probabilidade pelo teste SNK.

C = controle; OS = óleo de soja; SC=sais de cálcio; GS = grão de soja.

¹Matéria seca ruminal; ²Extrato etéreo ruminal.

Means in a row followed by different letters differ at 5% of probability by SNK test.

C = control; SO = soybean oil; CS = calcium salts; WS = whole soybean.

¹Ruminal dry matter; ²Ruminal ether extract.

tindo na natureza do lipídio disponível no intestino para absorção.

As quantidades de EE consumidas, presentes no rúmen e no omaso e excretadas nas fezes, são representadas na Figura 1. Em todos os tratamentos, o EE consumido foi completamente recuperado no omaso, com taxas de recuperação de 174 e 115% nos animais submetidos às dietas controle e SC, respectivamente. De acordo com a análise estatística, a taxa de recuperação no omaso diferiu apenas no tratamento controle ($P < 0,01$; $CV = 32\%$). Os tratamentos OS e GS apresentaram taxas de recuperação no omaso em torno de 102,63 e 96,19%, respectivamente.

De acordo com a Figura 1 e a Tabela 5, as quantidades de EE no rúmen foram diferenciadas, com valores de 75,9; 29,8; 50,8 e 58,6% em relação ao consumido para as dietas controle, OS, SC e GS, respectivamente, reforçando a necessidade de se determinarem as taxas de passagem de líquidos quando da adição de lipídios às dietas, para que o desaparecimento ruminal possa ser corretamente mensurado.

Conforme descrito na Tabela 6, a suplementação lipídica não influenciou o pH ruminal, mas reduziu a concentração de amônia ruminal ($N-NH_3$) e, quando o suplemento foi o grão de soja, diminuiu a taxa de passagem.

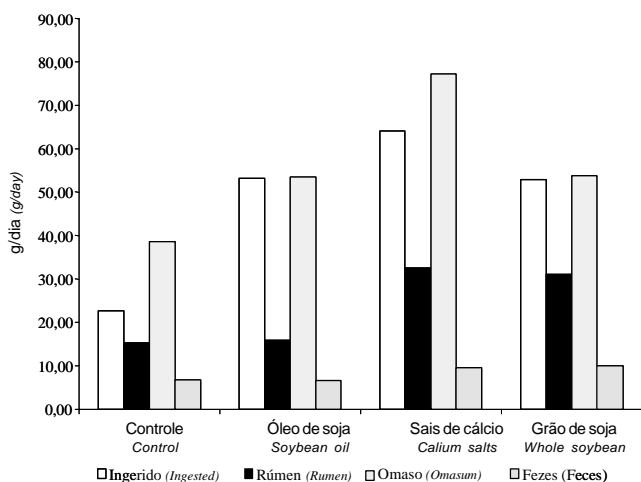


Figura 1 - Quantidades de EE (g/d) ingeridas, presentes no rúmen e no omaso e excretadas por cabras leiteiras submetidas a diferentes formas de suplementação lipídica na dieta.

Figure 1 - Intake of EE, amount of EE in the rumen, omasal flow of EE, and excretion of EE in dairy goats fed diets with different sources of lipids.

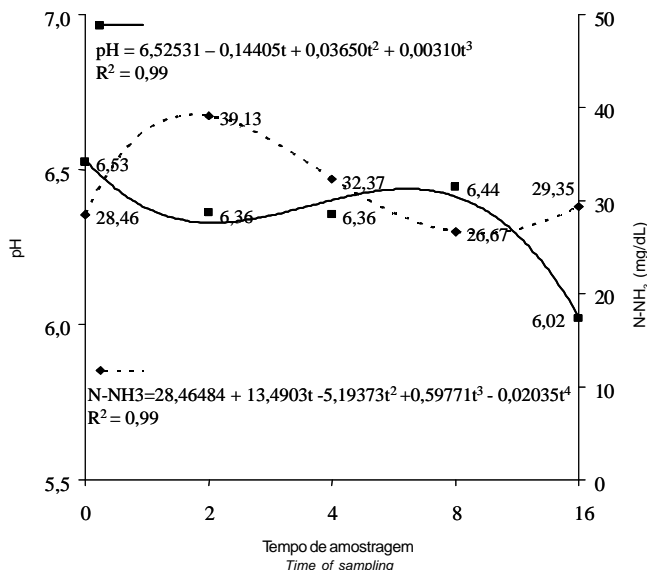


Figura 2 - Efeito do período de coleta sobre o pH e a amônia ruminal.

Figure 2 - Effect of time of sampling on ruminal pH and ruminal ammonia.

Tabela 6 - Parâmetros ruminais de cabras submetidas a dietas com diferentes formas de suplementação lipídica

Table 6 - Ruminal parameters of goats fed diets with different forms of fat supplements

Item	Dieta				CV
	C	OS	SC	GS	
	C	SO	CS	WS	
pH	6,32	6,37	6,28	6,38	3,72
N-NH ₃ (mg/dL)	37,79 ^a	26,66 ^b	31,06 ^b	29,26 ^b	25,38
k _p (%/h)	1,50 ^a	1,30 ^{ab}	1,40 ^a	1,10 ^b	14,40

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem a 5% de probabilidade pelo teste SNK.

C = controle; OS = óleo de soja; SC=sais de cálcio; GS = grão de soja.

Means in a row followed by different letters differ at 5% of probability by SNK test.

C = control; SO = soybean oil; CS = calcium salts; WS = whole soybean.

Os valores de pH obtidos neste trabalho foram similares aos observados por Teh et al. (1994), ao trabalharem com a adição de gorduras inertes em dietas de cabras no início da lactação. A média (6,33), por sua vez, foi semelhante à obtida por Branco (2005), de 6,27, com nível de 35% de participação de FDNf (fibra em detergente neutro proveniente da forragem).

Os valores de N-NH₃ em todos os tratamentos foram superiores a 5 mg/dL, mínimo recomendado para manutenção das funções normais do rúmen (Satter & Slyter, 1974).

Leng (1990) sugeriu, para regiões tropicais, níveis de concentração de amônia mais elevados, propondo valores de 10 e 20 mg/dL para maximização da digestão ruminal da MS e do consumo, respectivamente. Mehrez et al. (1977), ao calcularem o desaparecimento da MS utilizando sacos de

náilon, concluíram que são necessários 23,5 mg/dL para ocorrer máxima taxa de fermentação ruminal.

De acordo com Doreau & Ferlay (1995), a redução na concentração de amônia no rúmen é uma das principais características da defaunação ruminal. Essa redução tem sido observada por alguns autores em estudos envolvendo suplementação lipídica (Ikwegbu & Sutton, 1982; Nguyen et al., 2003; Eifert et al., 2005), entretanto, os resultados que demonstram a influência dos lipídios na degradação protéica não são consistentes na literatura (Nagajara et al., 1997), sendo encontrados relatos sobre a considerável redução no número de protozoários no ambiente ruminal de animais alimentados com dietas ricas em lipídios (Ueda et al., 2003).

Não foram observados efeitos da interação tratamento × tempo de coleta sobre o pH e a concentração de amônia

ruminal, mas o fator tempo foi significativo tanto para pH ($P < 0,001$) quanto para concentração de amônia ruminal ($P < 0,001$). Constam na Figura 2 as médias e as equações de regressão ajustadas para o efeito dos tempos de coletas sobre o pH e a amônia ruminal.

Equações cúbicas e quádruplas foram ajustadas para pH e amônia, respectivamente, de acordo com o tempo de coleta (Figura 2).

Branco (2005) verificou valores mais baixos de pH no período de 16 a 22 horas após a alimentação da manhã em cabras que receberam diferentes níveis de FDNf e atribuiu esses resultados à menor taxa de ruminação, que acarretou menor tamponamento ruminal e, conseqüentemente, diminuição do pH.

Constatou-se declínio acentuado nos tempos de amostragem correspondentes a 8 e 16 horas após a alimentação da manhã (Figura 2), sugerindo que, se o padrão nictemeral tivesse sido acompanhado, provavelmente teriam sido verificados resultados semelhantes aos obtidos por Branco (2005).

A curva de pH apresentou padrão inverso ao da concentração de amônia, como verificado também por Lana et al. (2005), em cabras que receberam óleo de soja e extrato de própolis na dieta. A curva obtida para a concentração de amônia ruminal revelou maior concentração no rúmen duas horas após a alimentação, como verificado por Branco (2005), em cabras, e por Khorasani et al. (1992), em vacas recebendo óleo de canola na dieta.

Verificou-se que a suplementação com grão de soja promoveu redução da taxa de passagem de sólidos (Tabela 6). O grão de soja integral contém em média 18% de fibra, presente, em grande parte, na casca. A taxa de degradação da fibra é lenta (em torno de 3,3%/h) se comparada à de carboidratos de fácil degradação, encontrados em alimentos concentrados. O elevado conteúdo de hemicelulose e as características estruturais da parede celular de sementes oleaginosas, em que a epiderme apresenta células emparelhadas (Escalona et al., 1999; Grenet & Barry, 1987, citados por Rebollar & Blas, 2002), contribuem para esse aumento no tempo de permanência, reduzindo a digestibilidade e o valor energético da dieta. Portanto, sugere-se que características peculiares de sementes oleaginosas sejam consideradas quando do fornecimento na forma integral.

Chalupa et al. (1986) relataram a existência de associação entre consumo de MS, taxa de passagem e MS presente no rúmen. Esses autores verificaram que a suplementação com ácidos graxos de cadeia longa aumentou o conteúdo de MS ruminal e atribuíram este resultado ao maior consumo de óleos, que, no entanto, não alterou a taxa de passagem.

De acordo com a análise dos dados deste experimento, a MS ruminal (Tabela 5) correspondeu a 48, 54, 50 e 64% da MS consumida (Tabela 3) nos tratamentos controle, óleo de soja, SC e grão de soja, respectivamente. Os menores valores referem-se aos tratamentos com mais rápida taxa de passagem de sólidos e o maior valor, ao tratamento com grão de soja, que apresentou maior tempo de retenção no rúmen (Tabela 6). Estes resultados diferem, porém, das observações reportadas por Chalupa et al. (1986).

Na Tabela 7 são apresentados os valores de produção e eficiência de produção de proteína microbiana.

A adição de lipídios às dietas reduziu a concentração de N-total bacteriano, mas não afetou as demais variáveis estudadas (Tabela 7). As reduções na concentração de N-total bacteriano foram similares às aquelas ocorridas na concentração de amônia ruminal (Tabela 6).

A proteína microbiana é composta de aminoácidos e ácidos nucléicos (Ørskov, 1982). De acordo com Coelho da Silva & Leão (1979), aproximadamente 20% do nitrogênio total microbiano está na forma de ácidos nucléicos.

Os suplementos não afetaram a razão N-RNA/N-total, que apresentou valor médio de 17,87%, corroborando os resultados encontrados por Clark et al. (1992) e Valadares Filho (1995), que, em trabalhos de revisão, relataram magnitudes de 13,7 e 17,6%, respectivamente. Valores médios de 24%, superiores aos obtidos neste experimento, foram reportados por Leão (2002) e Rennó (2003), ao avaliarem diferentes níveis de PB na dieta de novilhos. Chen & Gomes (1992) sugeriram razão média de 11,6% (N-RNA/N-total x 100) para se proceder à estimativa da produção de nitrogênio microbiano pela excreção urinária de derivados de purinas.

Verificou-se alto coeficiente de variação dos dados de fluxo de N microbiano, o que contribuiu para que diferenças entre tratamentos não fossem observadas. Entretanto, os tratamentos com suplementação apresentaram valores absolutos menores que a dieta controle.

Os lipídios podem influenciar diretamente a síntese de proteína microbiana, pela substituição de fontes de energia fermentável para os microrganismos, ou indiretamente, por promover a defaunação, evitando o chamado "ciclo fútil" e, conseqüentemente, aumentando a produção de proteína de origem bacteriana (Dewhurst et al., 2000).

A eficiência microbiana é definida como a proporção do substrato energético fixado em células (Van Soest, 1994) e tem sido expressa em função do NDT (NRC, 1996), da matéria orgânica degradada no rúmen – MODR (ARC, 1984) e dos carboidratos totais degradados no rúmen – CTDR (CNCPS, Russel et al., 1992).

Tabela 7 - Produção e eficiência de produção de proteína microbiana em cabras leiteiras submetidas a diferentes formas de suplementação de lipídios

Table 7 - Microbial protein synthesis and efficiency in dairy goats diets with different sources of lipids

Item	Dieta				CV
	C	OS	SC	GS	
	C	SO	CS	WS	
Produção de compostos nitrogenados microbianos <i>Microbial protein synthesis</i>					
N-Total Bact ¹ (g/kg)	84,57 ^a	67,35 ^b	70,47 ^b	71,29 ^b	7,83
N-RNA ² (g/kg)	14,14	12,42	13,05	12,68	9,03
N-RNA/N-Total	0,167	0,185	0,184	0,179	7,85
Fluxo de Nmic ³ (g/d) (<i>Flow Nmic³, g/day</i>)	8,13	5,76	5,74	6,07	50,28
Eficiência de produção da proteína microbiana <i>Microbial protein efficiency</i>					
Pmic ⁴ (g/kgMODR) (<i>Micp, g/kgOMDR</i>)	92,16	90,82	94,35	82,97	42,66
Pmic (g/kgCTDR) (<i>Micp, g/kgTCDR</i>)	115,80	114,86	119,38	113,54	44,57
Pmic (g/kgNDT) (<i>Micp, g/kgTDN</i>)	80,40	68,49	69,93	67,92	44,45

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem a 5% de probabilidade pelo teste SNK.

C = controle; OS = óleo de soja; SC=sais de cálcio; GS = grão de soja.

¹ Nitrogênio total bacteriano; ²Nitrogênio no ácido ribonucleico; ³Fluxo de nitrogênio microbiano; ⁴Proteína microbiana; MODR = matéria orgânica degradada no rúmen; CTDR = carboidratos totais degradados no rúmen.

Means in a row followed by different letters differ at 5% of probability by SNK test.

C = control; SO = soybean oil; CS = calcium salts; WS = whole soybean.

¹ Total microbial nitrogen; ²Ribonucleic acid-nitrogen; ³Microbial nitrogen flow; ⁴Microbial protein; OMDR=organic matter degraded in the rumen; TCDR=total carbohydrates degraded in the rumen.

Os suplementos lipídicos não influenciaram a eficiência de produção de proteína microbiana em nenhuma das formas de expressão (Tabela 7), apresentando 90,1 e 71,7 gPmic/kg, em função da MODR e dos NDT, respectivamente, que são inferiores aos níveis de 200 gPmic/kgMODR e 130 gPmic/kgNDT recomendados pelo ARC (1984) e NRC (1996), respectivamente.

Considerando as três diferentes formas de expressão da eficiência microbiana (Tabela 7), ressalta-se que as quantidades de lipídios presentes nas rações são utilizadas para o cálculo de NDT e MODR, o que não ocorre com o valor de CHOTDR. Conseqüentemente, a contribuição adicional dos ácidos graxos, por não representar fonte de energia disponível para crescimento dos microrganismos, pode resultar em subestimativa da eficiência de produção de proteína microbiana. Portanto, expressar a eficiência utilizando-se os valores de carboidratos totais degradados no rúmen (CHOTDR) parece ser o procedimento mais coerente.

Conclusões

A presença de lipídios na dieta de cabras aumenta as digestibilidades total e ruminal do extrato etéreo.

A utilização do grão de soja como suplemento lipídico contribui para o aumento no tempo de retenção das partículas sólidas no trato gastrointestinal.

A suplementação com lipídios não altera o pH e a síntese e eficiência de proteína microbiana, mas reduz a concentração de amônia no rúmen.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants.** Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient requirement of ruminants.** London: Commonwealth Agricultural Bureau, 1984. 45p.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. Los lípidos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed). **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición.** Zaragoza: Acribia, 1988. p.339-356.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2480-2488, 1990.
- CENKVÁRI, É.; FEKETE, S.; FEBLE, H. et al. Investigation on the effects of Ca-soaps of oil linseed on rumen fermentation in sheep on milk composition of goats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p.172-178, 2005.
- CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A.E. et al. Ruminal fermentation *in vivo* as influenced by long-chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.1293-1301, 1986.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.

- 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.** Aberdeen: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional Publication)
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1751-1770, 2003.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.A. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- DEWHURST, R.J.; DAVIES, D.R.; MERRY, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.
- DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on the ruminal metabolism in the rumen: a review. **Livestock Production Science**, v.43, p.97-110, 1995.
- EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LEÃO, M.I. et al. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão de vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.297-308, 2005.
- FAICHNEY, G.F. Digesta flow. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism.** London: CABI International, 1993. p.53-85.
- GONZALEZ, M.F.; BAS, M.F.; LUQUE, L.V. Effect of the supplementation of hydrogenated fat (GHP) and a calcium salt of fatty acids, derived from fish oil, on *in vitro* digestibility of cell wall and volatile fatty acids production. **Nutrition Abstract Reviews**, v.69, p.797, 1998.
- IKWUEGBU, O.A.; SUTTON, J.D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. **British Journal of Nutrition**, v.48, p.365-375, 1982.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. Effect of added fat and calcium on *In vitro* formation of insoluble fatty acid soap and cell wall digestibility. **Journal of Animal Science**, v.55, p.957-963, 1982.
- KHORASANI, G.R.; BOER, G.; ROBINSON, P.H. et al. Effect of canola fat on ruminal and total tract digestion, plasma hormones, and metabolites in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.492-501, 1992.
- LANA, R.P.; CAMARDELLI, M.M.L.; QUEIROZ, A.C. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.650-658, 2005.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais. 2002.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- McALLAN, A.B.; KNIGHT, R.; SUTTON, J.D. The effect of free and protected oils on the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and duodenum of sheep. **British Journal of Nutrition**, v.49, p.433-440, 1983.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, p.437-443, 1977.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.
- MOE, P.W.; FLATT, W.P.; TYRREL, H.F. Net energy value of feeds for lactation. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.945, 1972.
- NAGAJARA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; Van NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). **The rumen microbial ecosystem.** 2.ed. Great Britain: Blackie Academic & Professional, 1997. p.523-632.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of goats.** Washington, D.C.: National Academic Press, 1981. 91p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 387p.
- NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage. **Livestock Research for Rural Development**, v.15, n.7, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Acesso em: 28/07/2005.
- ØRSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants.** London: Academic Press, 1982. 160p.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação de alimentos.** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.
- REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en rumiantes.** Disponível em: <http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf> Acesso em: 12/10/02.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia e dois níveis de proteína.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- ROBINSON, P.H.; TAMMINGA, S.; Van VUUREN, A.M. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics of ingesta turnover in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.17, p.37-62, 1987.
- RODRIGUES, M.T.; SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras lactantes. 2. Consumo de energia, produção de leite e eficiência alimentar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. (CD-ROM).
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide: statistics.** Version 8.0. Cary: 1999. v.1, 943p.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras lactantes. 1. Consumo e digestibilidade dos nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,

- 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006a. (CD-ROM).
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; SILVA, M.T.C. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de cabras recebendo suplementos de lipídios na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006b. (CD-ROM).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- TEH, T.H.; TRUNG, L.T.; JIA, Z.H. et al. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.253-258, 1994.
- UEDA, K.; FERLAY, A.; CHABROT, J. et al. Effect of linseed oil supplementation on ruminal digestion in dairy cows fed diets with different forage:concentrate rations. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3999-4007, 2003.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição de bovinos de corte: problemas e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.156-161.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972.
- ZINN, R.A.; OWENS, F.N. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, p.157-166, 1986.

Recebido: 18/01/06
Aprovado: 31/08/06