

UTILIZAÇÃO DE LIPÍDEOS NA DIETA DE PEQUENOS RUMINANTES

Michelle de Oliveira Maia¹
Henrique Nunes Parente²
Viviane Maia de Araújo³

MAIA, M. O. de; PARENTE, H. N.; ARAÚJO, V. M. de. Utilização de lipídeos na dieta de pequenos ruminantes. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 14, n. 2, p. 127-131, jul./dez. 2011.

RESUMO: A utilização de óleos na dieta de ruminantes tem sido uma prática bastante comum no cenário da pecuária nacional. Muitos estudos evidenciam os efeitos benéficos da adição deste ingrediente na ração como a diminuição do incremento calórico, o aumento da densidade energética da dieta, possibilitando a redução de altas quantidades de concentrados nas mesmas e redução da produção de metano. Outro aspecto relevante é a utilização de óleos com características específicas, como fontes ricas em ácidos graxos insaturados, buscando-se alterações na composição dos produtos, em particular do leite. A literatura indica diferentes respostas à suplementação lipídica entre as espécies. Normalmente em cabras, não há alteração no teor de proteína do leite e em muitos estudos, o teor de gordura tem aumentado com a inclusão de lipídeos na dieta, diferentemente do que acontece com o leite de vacas. No entanto, estudos com suplementação lipídica para cabras em lactação ainda são incipientes. Com isso, esta revisão pretende reunir informações existentes sobre a suplementação lipídica de pequenos ruminantes, abordando seus principais aspectos.

PALAVRAS-CHAVE: Biohidrogenação; Consumo; Densidade energética; Óleo.

LIPID UTILIZATION ON SMALL RUMINANTS' DIET

ABSTRACT: Lipid utilization has been a common practice among farmers nationwide. Many studies highlight benefits of the addition of this ingredient to feed such as reduction of energy increment and increase of energy density, allowing the decrease of high level of concentrates and methane production. Another relevant aspect is the modification of product composition through the utilization of oil in the diet. The literature shows different responses to lipid supplementation among the species. Normally, in goats, there is no change in the milk protein content, and in many studies the fat content has increased due to lipid addition to the diet, differently from what occurs in cows' milk. However, studies on lipid supplementation to lactating goats' diet are still incipient. Therefore, this review aims to gather existing information on lipid supplementation of small ruminants, approaching the main aspects.

KEYWORDS: Biohydrogenation; Energy density; Intake; Oil.

UTILIZACIÓN DE LÍPIDOS EN LA DIETA DE PEQUEÑOS RUMIANTES

RESUMEN: La utilización de aceites en la dieta de rumiantes ha sido una práctica bastante común en el escenario de la pecuaria nacional. Muchos estudios evidencian los efectos benéficos de la adición de este ingrediente en el pienso como la disminución del incremento calórico, el aumento de la densidad energética de la dieta, posibilitando la reducción de altas cantidades de concentrados en las mismas y reducción de la producción de metano. Otro aspecto relevante es la utilización de aceites con características específicas, como fuentes ricas en ácidos grasos insaturados, buscándose alteraciones en la composición de los productos, en particular de la leche. La literatura indica diferentes respuestas al suplemento lipídico entre las especies. Normalmente en cabras, no hay alteración en el tenor de proteína de la leche y en muchos estudios, el tenor de grasa ha aumentado con la inclusión de lípidos en la dieta, diferentemente de lo que sucede con la leche de vacas. Sin embargo, estudios con suplemento lipídico para cabras en lactación aún son incipientes. Así, esta revisión pretende reunir informaciones existentes sobre el suplemento lipídico de pequeños rumiantes, abordando sus principales aspectos.

PALABRAS CLAVE: Biohidrogenación; Consumo; Densidad energética; Aceite.

1 Introdução

Os lipídeos estão presentes normalmente, na dieta de ruminantes, na forma esterificada como mono e digalactoglicerídeos em forragens e como triacilgliceróis em alimentos concentrados (OLIVEIRA et al., 2004). De acordo com o National Research Council (NRC, 2007), possuem maior valor energético do que qualquer outro nutriente, além de representarem a fonte de reserva energética mais importante

para os animais.

A utilização de fontes de gordura é uma prática nutricional que vem sendo bastante utilizada e pode proporcionar diversos benefícios para animais de alta produção. Apesar dos lipídeos normalmente somar menos de 5% da dieta de ruminantes, possuem um papel muito importante no metabolismo energético desses animais quando comparado aos não ruminantes. Isso pode ser comprovado quando a quantidade de ácidos graxos secretada no leite normalmente excede sua

¹Zootecnista, Doutora em Ciência Animal e Pastagem/ESALQ/USP. E-mail: michellemrn@ig.com.br;

²Engenheiro Agrônomo, Doutor doPDIZ/CCA/UFPB. Professor do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais – Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Rua Armando Burlamaqui, 4855, Ap. 104, Bloco Marte, condomínio Morada do Sol Grand Park, 64055-340, Teresina, PI. Email: hnparente@hotmail.com;

³Zootecnista, mestranda em Ciência Animal e Pastagem/ESALQ/USP.

ingestão (PALMQUIST; JENKINS, 1980).

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas com lipídios em dietas de vacas lactantes, mas em caprinos, os estudos ainda são incipientes. Segundo Chilliard et al. (2003), os caprinos possuem comportamento alimentar e metabolismo diferenciados em relação a outras espécies de ruminantes, portanto, podem apresentar respostas distintas ao fornecimento de lipídios.

Além de estudos direcionados para o aumento da produção animal, as pesquisas voltadas para a melhoria na qualidade, em termos de composição do produto, também se fazem importantes (REGO et al., 2005).

Dessa forma, objetivou-se com esta revisão abordar a utilização de lipídeos na dieta de ruminantes, ressaltando algumas particularidades de pequenos ruminantes, em especial, cabras em lactação.

2 Revisão de Literatura

Efeito dos lipídeos no consumo e digestão

O aumento no teor energético das dietas pode ser obtido pela inclusão de lipídios, com a vantagem de reduzir os efeitos negativos de altas quantidades de concentrados, ricos em amido, sobre o ambiente ruminal. Porém, o uso de suplementos de gorduras, pode diminuir a ingestão de alimentos e reduzir a digestibilidade dos outros ingredientes da dieta, devido às modificações na digestão ruminal e hidrogenação de ácidos graxos no rúmen (DOREAU; CHILLIARD, 1997).

São sugeridos como causas da redução do consumo e da digestibilidade dos nutrientes os efeitos da aderência do óleo sobre as partículas fibrosas no rúmen, a alteração da permeabilidade da membrana das bactérias gram-positivas, principalmente as celulolíticas (NAGARAJA et al., 1997), e outros efeitos metabólicos (ALLEN, 2000). No entanto, têm ocorrido variações nos resultados para avaliação destes parâmetros que, são muitas vezes, atribuídas à fonte lipídica utilizada, ao nível de inclusão ou à espécie animal estudada. Para Benson et al. (2001), os ácidos graxos polinsaturados e não-esterificados parecem ser inibidores do consumo mais potentes que, respectivamente, os monoinsaturados e os esterificados.

Lana et al. (2005) observaram uma diminuição do consumo de matéria seca (CMS) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) quando era adicionado 5% de óleo de soja na MS da dieta de cabras em lactação. No entanto, houve aumento do consumo de extrato etéreo (CEE), levando a concluir que a redução do CMS ocorreu devido à maior densidade energética da dieta.

Silva et al. (2007) também verificaram diminuição no CMS quando 4,5% de óleo de soja foi adicionado à dieta de cabras leiteiras, enquanto que a digestibilidade não foi alterada. Para Eifert et al. (2006), em dietas ricas em energia, o consumo é interrompido antes do efeito do enchimento ruminal, ao atender os requerimentos de produção, o que pode justificar a redução no consumo de MS.

Por outro lado, Kitessa et al. (2001), suplementando a dieta de ovelhas com 3% de óleo de peixe protegido ou desprotegido não verificaram efeito das diferentes fontes de óleos sobre a ingestão de matéria seca (MS). Da mesma

forma, Maia et al. (2006a), avaliando a adição de 5,1% de óleo de soja, canola e arroz na dieta de cabras Saanen em lactação não encontraram diferença em relação ao consumo de nutrientes e MS, com exceção do consumo de extrato etéreo.

A presença de lipídios insaturados em rações também pode proporcionar efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano e amônia no rúmen e aumento na eficiência de síntese microbiana (VAN NEVEL; DEMEYER, 1988).

O metano, além de ser caracterizado como importante gás de efeito estufa, contribuindo com cerca de 15% para o aquecimento global, têm relação direta com a eficiência de fermentação ruminal em virtude da perda de carbono e, conseqüentemente, perda de energia, determinando menor desempenho animal (PALMQUIST; MATTOS., 2006), portanto, minimizar a perda de metano é conveniente para o animal.

Lipólise e Biohidrogenação

O ambiente ruminal é responsável por algumas modificações dos lipídeos dietéticos, o que altera sua composição de ácidos graxos antes de chegar ao duodeno. Essas alterações são decorrentes de dois processos conhecidos como lipólise e biohidrogenação.

A lipólise consiste no início do processo de metabolismo dos lipídeos no rúmen, sendo imprescindível para que ocorra a biohidrogenação (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1988). Segundo Church (1998), as bactérias ruminais modificam rapidamente os lipídeos da dieta em sua permanência no rúmen, hidrolisando-os a ácidos graxos e glicerol (e outros compostos, dependendo da natureza do lipídio). O glicerol liberado é utilizado para produção de AGVs, entretanto, as bactérias não são capazes de utilizar os ácidos graxos para produção de energia.

Uma vez hidrolisados, os ácidos graxos passam por um processo conhecido como biohidrogenação que consiste na adição de hidrogênio nas ligações duplas, aumentando o grau de saturação destes. Os ácidos graxos polinsaturados, principalmente os ácidos linoleico e linolênico, liberados pela quebra da ligação éster são hidrogenados pelas bactérias (Figura 1), tendo como produto final o ácido esteárico (BONDI, 1987).

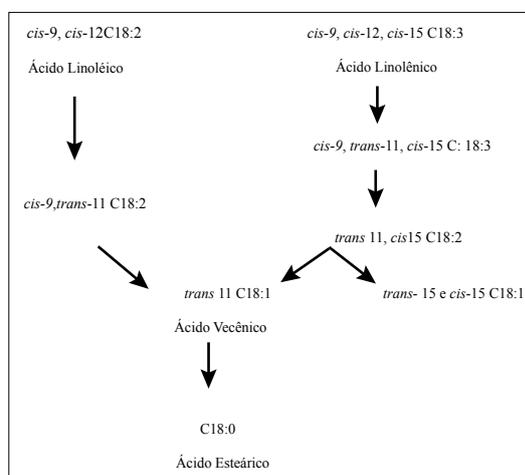


Figura 1: Vias da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico e linolênico (adaptado de HARFOOT e HAZLEWOOD, 1997).

Palmquist e Jenkins (1980) citam que as bactérias celulolíticas por serem as mais afetadas pela suplementação com gordura e diminuição de pH sejam os microrganismos responsáveis pela biohidrogenação.

O processo de biohidrogenação é dependente das condições de pH verificadas no rúmen, sendo que, à medida que o pH torna-se ácido, diminui o percentual de ácidos graxos biohidrogenados e dependente da natureza e grau de insaturação do ácido graxo, sendo maior quando aumenta a insaturação. Além disso, os ácidos graxos devem estar na forma não esterificada para que ocorra a biohidrogenação (PALMQUIST; MATTOS et al., 2006). Portanto, esse processo tem relação direta com a composição nutricional da dieta ingerida pelo ruminante.

Para diminuir o efeito deletério dos lipídeos no rúmen têm-se usado muitas fontes de lipídeos protegidos. O termo gordura inerte no rúmen, refere-se à redução do efeito negativo que certos lipídeos exercem sobre o metabolismo de protozoários e bactérias no rúmen (SMITH, 1990).

As gorduras inertes têm sido utilizadas 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 (GONZÁLEZ et al., 1998).

No entanto, as mesmas propriedades físicas que contribuem para a ausência de efeito das gorduras inertes sobre o metabolismo ruminal também podem refletir em uma redução na absorção intestinal de ácidos graxos (SMITH, 1990).

Efeito dos lipídeos na produção e composição do leite

A produção e composição do leite, assim como suas características físico-químicas, são elementos passíveis de alterações, conforme a inclusão de gorduras na dieta, principalmente, quando se trata de fontes ricas em ácidos graxos insaturados, por seu efeito inibitório sobre os microrganismos gram-positivos (VAN NEVEL; DEMEYER, 1988).

De acordo com Palmquist e Jenkins (1980), cerca de 3 a 5 % de gordura pode ser adicionada a dieta de ruminantes para aumentar a ingestão de energia dos animais de alta produção e/ou reduzir a ingestão de amido, possibilitando aumentar assim a relação volumoso:concentrado da dieta, reduzindo a incidência de distúrbios na fermentação ruminal, o que pode ter reflexos positivos na gordura do leite, já que seu teor e quantidade são mais afetados pela quantidade e pelo tipo de gordura da dieta que por qualquer outro componente (PALMQUIST; BEAULIEU, 1993).

A quantidade de gordura dietética transferida diretamente para a gordura do leite pode ser influenciada pela biohidrogenação ruminal, absorção (digestibilidade), deposição do tecido adiposo e mobilização dos ácidos graxos do tecido adiposo (PALMQUIST; BEAULIEU, 1993). Para a síntese do leite também podem ser aproveitados os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) que foram ingeridos e que escaparam

da biohidrogenação, pois, poderão ser absorvidos após a digestão no intestino delgado.

A queda do teor de gordura do leite seria devida à presença de duas condições no rúmen: não somente uma fermentação anormal, com diminuição do pH e relação acético:propiónico inferior a 3, devido ao excesso de concentrado mas também consequência da presença de gordura insaturada na dieta (NRC, 2001).

De forma geral, as gorduras encapsuladas, como os sais de cálcio e as gorduras saturadas, aumentam ou não têm efeito sobre a concentração de gordura do leite (SUTTON, 1989). À medida que a quantidade de ácidos graxos insaturados (livres ou esterificados) aumenta, é maior a probabilidade de diminuir a porcentagem de gordura do leite, caso exista biohidrogenação parcial da gordura. Outro aspecto a ser considerado é que, existindo intensa biohidrogenação, o perfil de ácidos graxos terá maior participação de ácidos saturados, o que poderá reduzir sua disponibilidade no intestino (SILVA et al., 2007).

Em revisão realizada por Sanz Sampelayo et al. (2007) foi observado que não há similaridade entre cabras e vacas, no que diz respeito aos efeitos de dietas que reduzem o teor de gordura do leite. Logo, o metabolismo mamário da vaca é diferente do da cabra, daí a necessidade de se estudar a adição de lipídios nesta espécie (CHILLIARD et al., 2003).

Para Chilliard et al. (2003), as diferentes respostas à suplementação lipídica entre ruminantes podem estar ligadas a complexas interações digestivas e metabólicas (como observado em vacas leiteiras) entre a dieta basal (natureza e proporção de forragens e concentrados), suplementação lipídica (natureza, tipo, quantidade) e características animais (espécie, estágio de lactação, potencial produtivo, etc.).

Maia et al. (2006b), em trabalho realizado com adição de diferentes fontes de óleos na dieta de cabras leiteiras não encontraram alteração no teor de gordura do leite.

Já Lana et al. (2005), avaliando a adição de óleo de soja e própolis na dieta de cabras leiteiras e Fernandes et al. (2008) avaliando adição de óleos de algodão ou girassol em dois níveis (3% e 5%) na dieta de cabras mestiças Moxotó, verificaram um aumento no teor de gordura dos animais suplementados, estando de acordo com Chilliard et al. (2003), que afirmam que o teor de gordura no leite de cabras aumenta com quase todos os tipos de lipídios suplementares, o que não é observado no leite de vacas.

Chilliard et al. (2003) sugerem que a maior taxa de passagem da digesta em cabras pode diminuir os efeitos dos suplementos lipídicos sobre os fatores ruminais que reduziriam a lipogênese na glândula mamária, aumentando o teor de gordura no leite de cabras.

O teor de proteína também pode ser afetado, porém em menor grau, enquanto que o teor de lactose é o menos influenciado. A redução no teor de proteína no leite com utilização de gordura na dieta de vacas é por vezes citada na literatura (DELBECCHI et al., 2001) e algumas hipóteses são discutidas procurando explicar a razão desse decréscimo. A explicação mais difundida envolve o aumento no fornecimento de energia e o suprimento de aminoácidos, no qual este suprimento não consegue atender a demanda para síntese protéica na mesma extensão em que aumenta o consumo de energia pelos animais (CANT et al., 1993).

A redução de proteína pode, ainda, ser atribuída à

diminuição do crescimento microbiano. Segundo Maiga e Schingoethe (1997), o crescimento microbiano no rúmen é desejável e fornece aminoácidos para as células mamárias, que são necessários para a síntese de proteínas do leite. As bactérias ruminais, durante a fermentação, geram compostos nitrogenados e carbonados que abastecem a maior parte dos aminoácidos usados pelas vacas na síntese de proteína do leite. Em adição, a produção de ácido propiônico durante a fermentação ruminal também é uma forma de contribuir para a síntese proteica do leite.

Com respeito aos menores níveis de proteína do leite, Sanz Sampelayo et al. (2007) notaram que este fenômeno aparece em menor intensidade nos pequenos ruminantes, especialmente na cabra, concordando com Morand-Fehr et al. (2000), os quais ressaltam que o conteúdo de proteína do leite de cabras geralmente não diminui com a suplementação lipídica.

Considerações Finais

A suplementação com lipídios para ruminantes pode-se constituir em uma alternativa para promover modificações no desempenho dos animais e nas características físico-químicas do leite. No entanto, são necessárias mais pesquisas para investigar a utilização dos lipídios na dieta de ruminantes, em especial os caprinos, já que exibem peculiaridades.

Referências

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 83, p. 1598-1624, 2000.

BENSON, J. A. et al. Effects of abomasal infusion of long chain fatty acids on intake, feeding behaviour and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 84, p. 1182-1191, 2001.

BONDI, A. A. Lipids and their significance in the nutrition of monogastric and ruminant animals. In: **Animal nutrition**. New York: John Willey, 1987. p.78-105.

CANT, J. P.; DePETERS, E. J.; BALDWIN, R. L. Mammary uptake of energy metabolites in dairy cows fed fat and its relation to milk protein depression. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, n. 8, p. 2254-2265, 1993.

CHILLIARD, Y. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, p. 1751-1770, 2003.

CHURCH, D. C. **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1998. 630 p.

DELBECCHI, L. et al. Milk fatty acid composition and mammary lipid metabolism in holstein cows fed protected or unprotected canola seeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 84, n. 6, p. 1375 -1381, 2001.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Effects of ruminal or post-ruminal fish oil supplementation on intake and digestion in dairy cows. **Reproduction, nutrition, development**, Les Ulis, v. 37, p. 113-124, 1997.

EIFERT, E. C. et al. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 211-218, 2006.

FERNANDES, M. F. et al. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girasol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, 2008.

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**, Bloomington, v. 69, p. 797, 1998.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. **The rumen microbial ecosystem**. New York: Elsevier, 1988. p. 285-322.

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**, Savoy, v. 55, p. 957-963, 1982.

KITTESSA, S. M. et al. Utilisation of fish oil in ruminants. II. Transfer of fish oil fatty acids into goats' milk. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v. 89, p. 201-208, 2001.

LANA, R. P. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 650-658, 2005.

MAIA, F. J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1496-1503, 2006a.

MAIA, F. J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1504-1513, 2006b.

MAIGA, H. A.; SCHINGOETHE, D. J. Optimizing the utilization of animal fat and ruminal bypass proteins in the diets of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 2, p. 343-352, 1997.

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**, Cambridge, v. 49, p. 433-440, 1983.

MORAND-FEHR, P. et al. Effect of feeding on the quality of goat milk and cheeses. In: SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 1., 2000, France. **Proceedings**... France: Tome 1, 2000, v. 1, p. 53-58.

NAGARAJA, T. G. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C.S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. 2. ed. Great Britain: Blackie Academic e Professional, 1997. p. 524-563.

NRC - NACIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381 p.

_____. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington: National Academic Press, 2007. 384 p.

OLIVEIRA, S. G.; SIMAS, J. M. C.; SANTOS, F. A. P. Principais aspectos relacionados às alterações no perfil de ácidos graxos na gordura do leite de ruminantes. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 73-80, 2004.

PALMQUIST, D. L.; BEAULIEU, A. D. Feed and animal factors influencing milk fat composition. ASDA Foundation Symposium: Milk fat synthesis and modification. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, n. 6, p. 1753-1771, 1993.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation ration: review. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 63, n. 1, p. 1-14, 1980.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310.

REGO, O. A. et al. Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid, omega-3 and other fatty acids in milk fat from grazing dairy cows. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, p. 27-33, 2005.

SANZ SAMPELAYO, M. R. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, p. 42-63, 2007.

SILVA, M. M. C. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.1, p. 257-267, 2007.

SMITH, W. A. Fats for lactations dairy cows. In: CONGRESS OF THE SOUTH AFRICA SOCIETY AND ANIMAL PRODUCTION, 29., 1990, Stellenbosch. **Proceedings**... Stellenbosch : Animal production, 1990. v. 29, p. 1-10.

SUTTON, J. D. Altering milk composition by feeding. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 72, n. 10, p. 2801-2814, 1989.

VAN NEVEL, C. J. DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. Essex: Elsevier Science Publishers, 1988. p. 387-443.