



ARTIGO NÚMERO 182

ÓLEOS VEGETAIS EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

Edson Ferraz Evaristo de Paula^{2*}, Fernanda De Pollo Maia³ e Rafael Felice Fan Chen⁴

¹ Adaptado do TCC do primeiro autor;

² Zootecnista, MSc em Ciências Veterinárias;

³ Zootecnista;

⁴ Zootecnista, Pós-graduação em Ciências Veterinárias

Universidade Federal do Paraná

*Correspondência: efevaristo@globo.com



Óleos vegetais na nutrição de ruminantes¹

Edson Ferraz Evaristo de Paula^{2*}, Fernanda De Pollo Maia³ e Rafael Felice Fan Chen⁴

¹ Adaptado do TCC do primeiro autor;

² Zootecnista, MSc em Ciências Veterinárias;

³ Zootecnista;

⁴ Zootecnista, Pós-graduação em Ciências Veterinárias

Universidade Federal do Paraná

*Correspondência: efevaristo@ globo.com

Resumo - Objetivou-se com esta revisão descrever a suplementação lipídica com óleos de origem vegetal na nutrição de ruminantes, e os efeitos nos padrões de fermentação ruminal, ingestão de MS, produção e composição do leite, e sobre parâmetros reprodutivos. Espécies vegetais oleaginosas, passíveis de extração de óleos, são largamente disponíveis no mundo. Os óleos vegetais em sua maioria são compostos por ácidos graxos insaturados, porém, estes são extensivamente modificados por microorganismos ruminais, e isso tem dificultado os estudos sobre o fornecimento de óleos na ração. A dieta dos ruminantes é normalmente composta por baixos teores de extrato etéreo e, portanto, a suplementação em algumas condições, provoca modificações na fermentação ruminal e afeta a ingestão de MS e digestibilidade dos nutrientes, bem como a síntese de metano e amônia, e a eficiência microbiana. O uso de fontes de gordura na dieta pode incrementar a produção de leite, podendo ainda apresentar efeitos benéficos sobre a reprodução. Os resultados são ainda bastante divergentes principalmente devido às diferenças existentes entre fontes lipídicas testadas e entre dietas e condições experimentais. A modificação do perfil de ácidos graxos no leite é um dos aspectos mais relevantes a ser considerado devido à forte tendência do mercado consumidor em adquirir produtos de qualidade alimentar mais nobres, visto que compostos presentes nos produtos originados de ruminantes, como o CLA, tem sido descritos por seus diversos benefícios a saúde humana. A suplementação lipídica com óleos vegetais é uma prática promissora na nutrição animal e, assim sendo, deve ser cada vez mais elucidada.

Vegetable oils in ruminant nutrition



Summary - The aim of this study was to describe the lipidic supplementation with vegetable oils in ruminant nutrition and the effects on patterns of rumen fermentation, dry matter intake, milk production and composition, and on reproductive parameters. Oilseed species, liable to oil extract, are widely available in world. Vegetable oils are mostly composed by unsaturated fatty acids, but these are extensively modified by microorganisms in the rumen, and it has hampered studies about the supply of oils in the diet. The diet of ruminants is usually composed of low amounts of lipids. Therefore, the supplementation in some conditions, causes changes in rumen fermentation and affect the DM intake and nutrients digestibility, as well as the synthesis of methane and ammonia, and microbial efficiency. The use of sources fat in diet can increase milk production and may also have beneficial effects on reproduction. The results still are very dissonant mainly due to differences between the lipid sources tested and between the diets and experimental conditions. Altering the fatty acid profile in milk is one of the more relevant aspects to be considered due the strong tendency of the consumer in purchasing nobler quality products, because compounds present in food products from ruminants such as CLA, have been described for its many benefits to human health. The lipid supplementation with vegetable oils is a promising practice in animal nutrition and must be increasingly elucidated.

Introdução

Os ruminantes são animais que evoluíram em ambiente de pastagem, com alimentação composta basicamente por forragens. As espécies forrageiras, de maneira geral, são consideradas pobres em gordura e ricas em fibra. Sendo assim, o desenvolvimento do ambiente ruminal e dos microorganismos nele presentes, se deu de modo a possibilitar o uso da fibra contida nas forragens como fonte de energia mais abundante. Consequentemente, o ruminante parece

apresentar certas limitações no aproveitamento de dietas com alto teor de gordura, pois estas acarretam modificações nos padrões de fermentação ruminal podendo prejudicar a degradação e absorção dos nutrientes.

Entretanto, a nutrição dos animais deve acompanhar as exigências crescentes de altas produções. Esse crescimento do potencial de produção animal implica em maior demanda por estudos sobre aumento na ingestão de energia digestível com suplementação de gordura e seus efeitos no desempenho animal (Oliveira *et al.*, 2004).



A suplementação lipídica, com uso de óleos, é uma alternativa para prover aumento da densidade energética das rações. Esta situação é requerida principalmente em condições de ingestão limitada de alimento, seja por estresse calórico para animais mantidos em regiões de elevadas temperaturas, matrizes no terço final de gestação com o consumo comprometido pela presença do(s) feto(s) que comprime(m) o rúmen, ou fêmeas no início da lactação onde a alta demanda por energia comumente as conduz à situação de balanço energético negativo.

Para animais criados em regiões de clima quente, o uso de óleo na alimentação pode ainda reduzir o incremento calórico produzido pela fermentação dos alimentos (Lopez *et al.*, 2007), e auxiliar na adaptabilidade ao ambiente. A adoção desta prática, como forma de elevar a energia da ração, para animais em confinamento tem também a vantagem de não apresentar os inconvenientes distúrbios metabólicos digestivos, frequentemente causados por dietas ricas em amido com alta proporção em grãos.

Além disso, existe uma crescente preocupação com a saúde alimentar da população e grande ênfase tem sido dada na inclusão de ácidos graxos instaurados na dieta humana, principalmente o ácido linoléico conjugado (CLA). Isto se deve

aos seus potenciais benefícios à saúde, tais como descritos por alguns autores, que relacionaram a presença de CLA na alimentação à prevenção do diabetes, diminuição do colesterol, diminuição da aterogênese e ativação do sistema imune com ação anticarcinogênica (Banni & Martin, 1998; Pariza, 1999; Belury, 2003; Kritchevsky, 2003). Os produtos alimentares originados a partir de ruminantes (carne, leite e derivados) são ricos em CLA e estudos relacionados à manipulação da composição de ácidos graxos da carne e da gordura do leite pelo fornecimento de diferentes fontes de gordura na alimentação de ruminantes têm sido desenvolvidos.

Existe grande diversidade de espécies vegetais oleaginosas das quais se podem extrair óleos, viabilizando muitas vezes seu uso na nutrição animal. Estes são amplamente descritos como ricos em ácidos graxos insaturados, inclusive os essenciais como linoléico e linolênico.

Nesse contexto, objetivou-se com esta revisão discutir sobre a utilização de óleos vegetais na nutrição de ruminantes e os efeitos nos padrões de fermentação ruminal, ingestão de matéria seca (MS), produção e composição do leite, e também sobre aspectos reprodutivos.

Óleos de Origem Vegetal

www.nutritime.com.br



Os óleos vegetais são gorduras obtidas das plantas, quase exclusivamente das sementes, apesar de outras partes poderem ser utilizadas na extração deste conteúdo. Segundo definição da ANVISA (2005) são produtos obtidos de espécies vegetais compostos principalmente por glicerídeos de ácidos graxos, podendo conter baixas quantidades de fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres. São substâncias hidrofóbicas e lipofílicas, formadas principalmente de triacilgliceróis, que se apresentam em estado líquido e viscoso nas condições normais de temperatura e pressão, devido ao baixo ponto de fusão.

Estudos têm sido realizados utilizando óleos vegetais como fator de modificação no processo de biohidrogenação levando a alterações da composição lipídica dos produtos gerados. Os óleos vegetais contêm alta proporção de ácidos graxos insaturados em relação aos saturados, e uma digestibilidade aparente mais alta que as fontes lipídicas de origem animal (Costa *et al.*, 2009). As plantas, e os óleos derivados destas, apresentam variações nas proporções dos diferentes ácidos graxos, podendo apresentar também respostas distintas quando fornecidos aos animais.

O custo da suplementação com óleos vegetais tem sido ainda um fator limitante do seu uso no Brasil (Eifert *et al.*, 2005). No entanto, a partir da Instrução Normativa nº 15 de 17 de julho de 2001 (D.O.U.), que proíbe o uso de proteínas e gorduras de origem animal na alimentação de ruminantes devido à encefalopatia espongiforme bovina (doença da vaca louca), os óleos vegetais têm se destacado cada vez mais como alternativas viáveis.

Devido ao grande interesse despertado nos pesquisadores em produzir alimentos de origem animal diferenciados, Costa *et al.* (2009) afirmaram que há uma tendência que a suplementação com óleos se torne corriqueira, fazendo com que a indústria produtora de óleos vegetais se torne mais eficaz e, até mesmo, estabeleça um processamento diferenciado que gere menores custos para destinar à nutrição animal.

De maneira semelhante às plantas forrageiras, grande parte dos ácidos graxos dos óleos vegetais é insaturada como pode ser visto na Tabela 1.



Tabela 1 - Composição em ácidos graxos de alguns óleos vegetais utilizados em rações.

ÓLEOS VEGETAIS	ÁCIDOS GRAXOS / ESTRUTURA				
	Valores de referência (%)				
	Palmítico C16:0	Esteárico C18:0	Oléico C18:1	Linoléico C18:2	Linolênico C18:3
Arroz	15,0	2,0	45,0	35,5	1,0
Canola	4,8	1,6	53,8	22,1	11,1
Girassol	5,4	3,5	45,3	39,8	0,2
Linhaça	5,3	4,1	20,2	12,7	53,3
Mamona	1,2	1,8	4,5	4,7	-
Milho	10,9	1,8	24,2	58,0	0,7
Soja	10,3	3,8	22,8	51,0	6,8

FONTE: Adaptado de MOSHKIN (1986), ANVISA (1999) e NRC (2001)

Metabolismo de lipídios em ruminantes

Os lipídios provenientes da alimentação podem ser extensivamente alterados no rúmen, pela ação dos microorganismos a partir de dois processos conhecidos como lipólise e biohidrogenação, resultando em diferenças marcantes entre o perfil de ácidos graxos da dieta (insaturados) e o

perfil dos lipídios que deixam o rúmen (saturados) (Demeyer & Doreau, 1999). A lipólise é realizada logo após ingestão do alimento, por lipases associadas à membrana celular das bactérias (Demeyer & Doreau, 1999; Kozloski, 2009), liberando glicerol, galactose e ácidos graxos saturados e insaturados, conforme Figura 1.

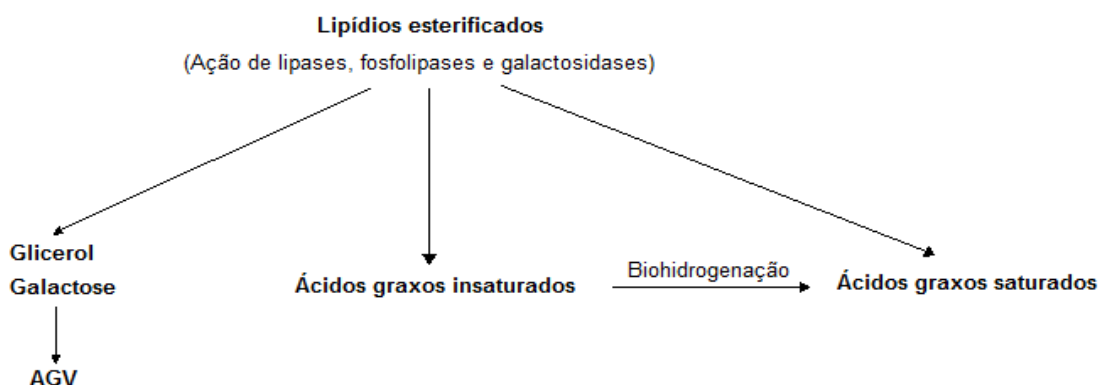




Figura 1 - Degradação de lipídios pelas bactérias ruminais. (Fonte: Kozloski, 2009)

A galactose e o glicerol são fermentados e prontamente metabolizados a ácidos graxos voláteis (Oliveira *et al.*, 2004), já os ácidos graxos insaturados ficam disponíveis para conversão a saturados pelo processo de biohidrogenação. A extensão da lipólise é dependente da natureza da gordura fornecida, sendo que óleos vegetais são hidrolisados quase na totalidade (90%) (Church, 1988).

Os ácidos graxos insaturados liberados pela lipólise são ligeiramente hydrogenados no rúmen. A biohidrogenação é o processo pelo qual as bactérias ruminais inserem H nas ligações insaturadas (duplas) tornando-as saturadas (simples) (Church, 1988). Considerando o efeito tóxico de ácidos graxos insaturados sobre os microorganismos ruminais, um mecanismo de defesa para redução desta toxidez é a provável razão para o desenvolvimento da capacidade de biohidrogenação pelas bactérias (Palmquist & Mattos, 2006).

Portanto, o rúmen se torna um obstáculo a ser transposto pelos ácidos graxos insaturados da dieta para que possam ser absorvidos no intestino delgado (Beam *et al.*, 2000). Staples (2009) destacou que essa intervenção realizada pelas bactérias, que transformam ácidos graxos essenciais da dieta em outros ácidos graxos, tem

dificultado os estudos sobre os efeitos das gorduras na alimentação dos ruminantes.

A biohidrogenação é realizada por dois grupos distintos de bactérias. O primeiro é responsável pela biohidrogenação do ácido linoléico (C18:2) e ácido linolênico (C18:3) a ácido transvacênico (trans-11 C18:1) e as bactérias do segundo grupo são capazes de biohidrogenar uma grande extensão de cis e trans C18:1 a esteárico (C18:0) (Demeyer & Doreau, 1999).

Ao longo do processo de biohidrogenação (Figura 2), isomerases e redutases convertem os ácidos linoléico (18:2) e linolênico (18:3) a esteárico (18:0), com formação de diversos intermediários (Kozloski, 2009). Entre estes, destacam-se os compostos denominados CLA (ácidos linoléicos conjugados) que, segundo (Dhiman *et al.*, 2000), são isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico, contendo duplas ligações conjugadas. Tais ligações geralmente se encontram nas posições 9 e 11 ou 10 e 12, com configuração cis ou trans.

O CLA é formado no rúmen como primeiro intermediário da biohidrogenação do ácido linoléico pela ação da enzima ácido linoléico isomerase, proveniente da bactéria ruminal *Butyrivibrio fibrisolvens*,



que isomeriza o ácido linoléico preferencialmente para as formas cis-9 e trans-11. Outra via de formação de CLA nos ruminantes ocorre pela dessaturação do ácido graxo trans 11-C18:1 por enzima presente na glândula mamária e tecido adiposo chamada Delta-9 dessaturase (Corl

et al., 1999). Segundo alguns autores, ao contrário do que se pensava há algum tempo, esta é a via responsável por maior parte da síntese de CLA em ruminantes (Corl *et al.*, 1999; Griinari *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2004), e não a biohidrogenação ruminal.

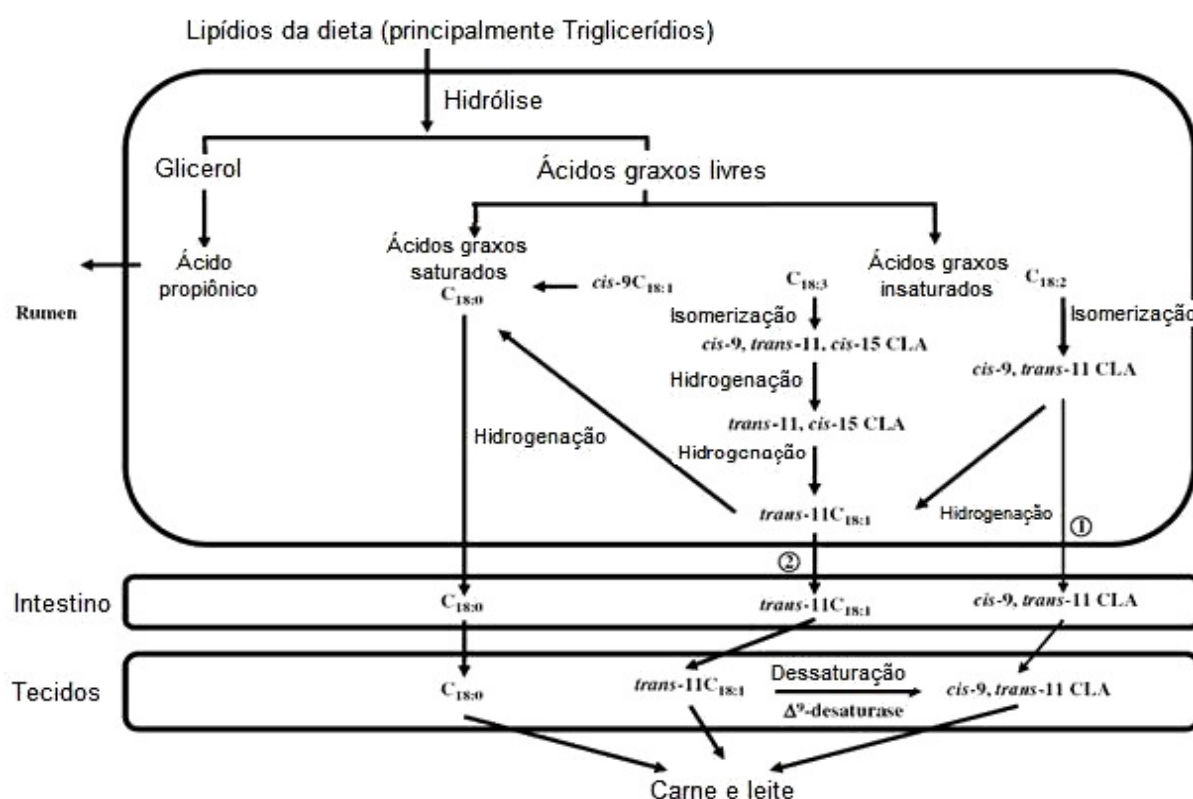


Figura 3 - Metabolismo de lipídios no rúmen e origem de ácido linoléico conjugado nos produtos de ruminantes (Fonte: adaptado de Tanaka, 2005)

O ácido cis-9, trans-11 pode escapar da biohidrogenação completa no rúmen, ser absorvido no trato digestivo e transportado para os tecidos via circulação (Tanaka, 2005).

Algumas características da dieta (fornecimento de baixa fibra ou de baixa efetividade física) podem favorecer uma

queda no pH ruminal (Almeida & Gama, 2004) e com isso afetar a biohidrogenação, resultando em maior fluxo de ácidos graxos poliinsaturados para o duodeno, e alterando dessa forma a produção e composição do leite (Van Soest & Demeyer, 1996).



Além disso, o fornecimento de rações enriquecidas em ácidos graxos insaturados, como óleos de origem vegetal (foco principal deste estudo), promove inibição da etapa final do processo de biohidrogenação, talvez por ultrapassar a capacidade limite das bactérias, aumentando significativamente a concentração de ácido vacênico (trans 11-C18:1) (Palmquist & Mattos, 2006). Este ácido graxo, como discutido anteriormente, pode servir como substrato para atuação da enzima delta 9 dessaturase (redutase) nos tecidos para síntese endógena de CLA. Portanto, quando fornecidas dietas ricas em óleo, ocorre maior escape de ácidos graxos insaturados devido à superação da capacidade dos microorganismos do rúmen em biohidrogenar, permitindo assim maior absorção e presença destes componentes nos produtos (leite e carne).

O cis-9, trans-11 C18:2 é o principal isômero de CLA presente na carne e no leite de ruminantes, mas sua concentração, assim como de outros isômeros, varia dependendo do alimento que os animais estão consumindo (Pariza *et al.*, 2001).

Modificações na Fermentação Ruminal

A alimentação natural dos ruminantes tem por base as forragens e, portanto, apresenta baixo teor de lipídios

(geralmente em torno de 3% da MS). Van Soest (1994) afirmou que, com exceção dos grãos, a maioria dos alimentos utilizados na alimentação de ruminantes contém baixas proporções de lipídios, com valores que variam de 1 a 4% da MS.

Os lipídios estão normalmente presentes na dieta de ruminantes na forma esterificada como mono e digalactoglicerídeos em forragens e como triacilgliceróis em alimentos concentrados (Oliveira *et al.*, 2004).

A inclusão de níveis muito elevados de óleo nas rações, alcançando em torno de 6 - 7% de EE na MS podem apresentar efeitos negativos e inibitórios na fermentação ruminal (Kozloski, 2009), comprometendo o consumo (Palmquist & Mattos, 2006) e a digestibilidade dos nutrientes (NRC, 2001; Vargas *et al.*, 2002).

Existem duas teorias que são frequentemente associadas às modificações na fermentação ruminal por consequência da alta inclusão de gordura na alimentação dos ruminantes. A primeira delas diz respeito às propriedades adsorptivas dos ácidos graxos insaturados que, em grandes quantidades, recobririam com cobertura hidrofóbica as partículas de alimento e/ou as células bacterianas, reduzindo a ação dos microorganismos e a digestibilidade da fibra (Kozloski, 2009). A segunda teoria



atribui às modificações ocorridas nos padrões de fermentação ruminal à existência de efeito tóxico direto dos ácidos graxos aos microrganismos (López & López, 2005; Medeiros, 2007), onde esses se incorporam na membrana das bactérias e, desta forma, alteram sua permeabilidade e fluidicidade (Kozloski, 2009).

A fermentação é resultante de conjunto de atividades físicas e microbiológicas que transformam os constituintes da dieta em produtos considerados úteis aos animais, e inúteis, como o gás metano. A produção deste gás no rúmen representa perda considerável de energia, além de ser considerado um importante gás de efeito estufa, pois, como não é metabolizado pelo animal nem pelos microrganismos, é removido ao ambiente por expiração ou eructação. O metano está diretamente relacionado com a eficiência de fermentação ruminal, pois sua produção representa dispêndio de carbono ou hidrogênio com conseqüente perda de energia, resultando em menor desempenho animal (Valadares Filho & Pina, 2006).

Os lipídios insaturados estimulam as bactérias ruminais produtoras de propionato, causando decréscimo na razão acetato:propionato e na produção de metano (Chalupa *et al.*, 1986). Segundo estes autores, as gorduras insaturadas

inibem as bactérias ruminais gram-positivas e estimulam as produtoras de propionato, agindo de maneira similar aos ionóforos (aditivo alimentar utilizado nas rações para modificar a flora ruminal).

Desta forma, o uso de óleo nas rações pode proporcionar efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano e amônia no rúmen e aumento na eficiência de síntese microbiana (Machmüller & Kreuzer, 1999). Em revisão realizada por Cieslak *et al.* (2006), foi descrito decréscimo na produção de metano *In vitro* com uso de óleo de linhaça e também que o nível de emissão pelos ruminantes é diretamente proporcional à biohidrogenação dos ácidos graxos, o que indica interação entre os processos no rúmen.

Martin *et al.* (2008) encontraram significativa redução na produção de metano por vacas alimentadas com ração contendo 5% de óleo de linhaça, confirmando efeito ambiental positivo do uso deste ingrediente. A inibição da metanogênese ruminal parece estar positivamente correlacionada com a disponibilidade dos ácidos graxos no rúmen, pois, neste estudo foram testadas diferentes formas de apresentação de linhaça na ração, sendo o óleo a mais efetiva em reduzir síntese de metano.



A suplementação lipídica, em geral, reduz o número de bactérias desaminadoras (Van Nevel & Demeyer, 1988) e de protozoários ciliados no rúmen e, portanto diminui a proteólise e/ou reciclagem de bactérias, causando redução na concentração de amônia ruminal (Valadares Filho & Pina, 2006).

O uso do óleo de linhaça, particularmente, diminuiu de maneira considerável o número de protozoários ruminais (Sutton *et al.*, 1983; Broudiscou *et al.*, 1994; Ueda *et al.*, 2003) e esta redução pode levar a maior eficiência de síntese de N de origem bacteriana e maior fluxo de N bacteriano no duodeno, provavelmente devido ao decréscimo na competição por substratos e/ou na predação por protozoários (Ueda *et al.*, 2003). A presença de altos níveis de gordura reduz a disponibilidade de matéria fermentável no rúmen, porém essa redução pode ser compensada pelo aumento na eficiência de síntese bacteriana que mantém ou até mesmo eleva o fluxo de N para o duodeno.

Para Nornberg (2003), os microorganismos preferem captar ácidos graxos pré-formados a sintetizá-los *de novo*. Com isso, a incorporação exógena destes componentes pouparia ATP que pode ser direcionado para síntese de outros

componentes celulares, resultando em maior eficiência da síntese bacteriana.

Apesar dos possíveis efeitos adversos dos óleos para ruminantes, Valadares Filho & Pina (2006) destacaram os benefícios do uso (redução da metanogênese, concentração de amônia ruminal e aumento na síntese de propionato) e recomendaram a adoção da suplementação lipídica principalmente para vacas lactantes, porém, sugeriram que as fontes utilizadas possuam elevada digestibilidade no intestino delgado para maximizar seus efeitos favoráveis.

Alterações na Ingestão de MS e Digestibilidade

A redução no consumo de MS está relacionada às modificações nos padrões de fermentação ruminal, mas é provável que muitas vezes ocorra devido ao controle quimiostático de regulação da ingestão, conforme descrito por Palmquist (1991).

Substanciando essa hipótese, Gagliostro *et al.* (1991) encontraram alterações no consumo de MS quando foi adicionado óleo vegetal intraduodenal, sem interferências na fermentação ruminal, indicando que a regulação do consumo se dá também pela ingestão de energia do animal. O hormônio colecistoquinina foi descrito por Choi & Palmquist *et al.* (2000)



como potente inibidor do apetite, e estes autores relacionaram a presença de gordura no trato gastrointestinal como fator estimulante à sua secreção.

Para Silva *et al.* (2007^a) as respostas à presença dos lipídios na dieta estão intimamente relacionadas à forma de inclusão, ao grau de insaturação e ao comprimento da cadeia. Acredita-se que as fontes de gordura menos insaturadas sejam menos problemáticas do que fontes mais insaturadas, portanto, as respostas observadas à inclusão de lipídios podem estar intimamente relacionadas ao perfil de ácidos graxos do óleo utilizado.

Byers & Schelling (1989) descreveram que o uso de grãos oleaginosos como fonte de gordura minimiza os efeitos sobre a fermentação ruminal, tendo em vista que estes possuem os lipídios presos na matriz protéica do grão, reduzindo o contato com os microorganismos e liberando lentamente estes nutrientes. Assim, de maneira oposta, óleos vegetais utilizados como fontes lipídicas na ração tendem a ser mais prejudiciais que outras fontes, pois estes são ricos em ácidos graxos insaturados e os lipídios se encontram prontamente disponíveis no rúmen.

Entretanto, os estudos realizados com uso de óleos vegetais para ruminantes, com avaliação do consumo de MS e digestibilidade dos nutrientes, têm

apresentado resultados muitas vezes conflitantes, possivelmente pelas diferenças inerentes às espécies animais, às fontes e aos níveis de inclusão de óleo testados.

Para Kelly *et al.* (1998), em experimento com adição de diferentes fontes de óleos vegetais (amendoim, girassol e linhaça) na alimentação de vacas holandesas, ao nível de 5,3% da MS da dieta que refletiu em teor de lipídios total na dieta de 8,5%, não houve redução no consumo de MS dos animais. A ausência de efeito da adição de gordura sobre consumo de MS também foi constatada por Dhiman *et al.* (2000), utilizando vacas alimentadas com ração contendo óleo de soja e linhaça, corroborando ainda com resultados encontrados posteriormente por Ueda *et al.* (2003), que também não observaram diferenças na ingestão de MS entre animais que receberam (3% da MS da ração) ou não óleo de linhaça.

No entanto, ao utilizarem 3,93% de óleo de soja na dieta de vacas lactantes (alcançando 6,19% EE na MS), Eifert *et al.* (2005) verificaram que a presença do óleo acarretou redução significativa no consumo de MS. Da mesma maneira, Vargas *et al.* (2002) constataram redução em 20% do consumo de MS por vacas holandesas e mestiças holandês-zebu, alimentadas com ração contendo 4,6% de



óleo de soja (7% EE). Para ovelhas deslanadas, o acréscimo de óleo de milho no concentrado provocou considerável redução na ingestão do volumoso, porém, sem alterar a fermentação ruminal (Camacho *et al.*, 2006).

Mouro *et al.* (2002), ao avaliarem a adição de 5,1% de óleo de canola, de arroz e de soja em dietas de cabras Saanen, com 7,83% de EE na MS, concluíram que a utilização dos referidos óleos vegetais a tal nível de inclusão não interferiu na ingestão de MS, resultado encontrado também por Yamamoto *et al.* (2005) e Gómez-cortés *et al.* (2008), com adição de óleos de linhaça, soja e canola a 3% da MS para cordeiros em confinamento e 6% de óleo de linhaça na ração de ovelhas, respectivamente, ambos sem detectar alterações no consumo. Em complemento aos resultados apresentados por Mouro *et al.* (2002), Maia *et al.* (2006) não observaram alterações nos parâmetros de fermentação ruminal e na digestibilidade dos nutrientes. Silva *et al.* (2007b), avaliando a inclusão de óleo de soja também na ração de cabras, relataram que as condições de ambiente ruminal se mantiveram constantes, não havendo redução na digestibilidade ruminal da fibra.

As divergências ocorrentes entre os resultados de experimentos avaliando a inclusão de óleos e respostas na ingestão e

digestibilidade podem estar fortemente relacionadas, além dos fatores já descritos anteriormente, com as diferenças na composição das rações experimentais utilizadas. Acredita-se que o uso de óleos como fonte de energia na alimentação de espécies ruminantes, substituindo carboidratos, pode implicar em diminuição de substratos para as bactérias, causando intensas modificações nos padrões fermentativos e digestivos do rúmen (Coppock & Wilks, 1991; Allen, 2000; NRC, 2001). Sendo assim, a inclusão de óleo desde que associada a determinados ingredientes, estimulantes do desenvolvimento bacteriano, não implicaria em alterações muito severas no processo digestivo dos animais.

Essa hipótese já vem sendo levantada há certo tempo por alguns autores como Palmquist (1988) que sugeriu que os efeitos negativos dos ácidos graxos insaturados na digestão seriam amenizados se a dieta basal apresentasse alta proporção de forragem, devido à capacidade desta de proporcionar ambiente ruminal adequado para máxima biohidrogenação. Desta forma, Bateman & Jenkins (1998) afirmaram que dietas com alto teor de óleo de soja, desde que ricas em volumoso, poderiam ser ofertadas aos animais sem comprometer a digestibilidade dos nutrientes. Em concordância, Ueda *et al.*



(2003) propuseram que bovinos alimentados com dietas de alto concentrado são mais propensos a efeitos prejudiciais resultantes da adição de óleo na alimentação.

Em experimento com adição de óleos vegetais na ração de ovelhas, Toral *et al.* (2009) descreveram que, apesar do alto teor de concentrado fornecido na dieta, devido ao fato desta apresentar características que possibilitaram suprir o valor diário de fibra fisicamente efetiva (grãos inteiros e feno de alfafa com tamanho de partícula maior que 4 cm), não houve alterações na digestibilidade e fermentação, sugerindo funcionamento normal do rúmen.

Borja *et al.* (2009) relataram que vacas em pastejo recebendo suplementação concentrada contendo óleo de licuri, mesmo com maior nível de inclusão deste (4,5% da MS), não apresentaram alterações no comportamento ingestivo, na digestibilidade dos nutrientes e nem no consumo de volumoso. Os mesmos autores sugeriram que esse fato esteja também relacionado à grande quantidade de fibra efetiva ingerida pelos animais que se encontravam a pasto, e isto teria favorecido mesmo com presença do óleo, o desenvolvimento das bactérias celulolíticas pelo ambiente ruminal propício,

compensando o efeito tóxico sobre as mesmas.

Influência na Produção de Leite

A produção de leite é seguramente dependente da nutrição, além de genética e manejo. Portanto, é fundamental que se conheça as interações existentes entre práticas nutricionais, tais como incorporação de óleo na ração, e os efeitos nas respostas produtivas dos animais.

O uso de fontes de gordura de origem vegetal como óleos vegetais e sementes de oleaginosas, são alternativas utilizadas para elevar a densidade energética das dietas para animais lactantes, segundo Duarte *et al.* (2005).

Muitas vezes, devido à capacidade de ingestão limitada e alta demanda energética durante a lactação, o animal não consegue consumir quantidade suficiente de energia. Com isso, o alto potencial produtivo não pode ser totalmente expresso, ou quando é, implica em prejuízos para outras atividades como, por exemplo, a reprodução (Vazquez-Añon *et al.*, 1997). Neste caso, a suplementação lipídica é interessante para aumentar a densidade calórica, sem reduzir o conteúdo de fibras da ração, e aumentar a ingestão de energia e produção de leite em fêmeas pós-parto (Grummer, 2004), bem como



melhorar o balanço de nutrientes durante o início da lactação (Santos *et al.*, 2009).

Onetti & Grummer (2004), sugeriram que respostas positivas à suplementação de gordura dietética podem ser esperadas na produção de leite em virtude da maior disponibilidade de energia líquida, desde que não haja redução na ingestão de MS. Entretanto, a ocorrência de respostas positivas é mais provável de ser observada em animais que se encontram em condição de balanço energético negativo (Khorasani *et al.*, 1991).

Alguns autores descreveram incremento na produção leiteira em resposta à suplementação de gordura nas rações (Depeters *et al.*, 1987; Jenkins, 1994; Palmquist & Mattos, 2006). Todavia, os resultados não são totalmente consistentes, com diversos trabalhos demonstrando ausência deste efeito da suplementação (Palmquist, 1991; Pinto, 1997; Santos *et al.*, 2001; Vargas *et al.* 2002; Maia *et al.* 2006; Gómez-Cortés *et al.*, 2008).

Em certas condições, mesmo com a produção de leite se mantendo inalterada, a redução no consumo em virtude da presença de óleo pode melhorar a eficiência alimentar (Eifert *et al.*, 2005), tendo em vista que esta relação é definida como quantidade de leite produzida por Kg de MS do alimento consumido.

Conforme o NRC (2001), as respostas produtivas à suplementação de gordura nas dietas de vacas em lactação dependem da dieta basal, do estágio de lactação, do balanço energético, da composição e quantidade da fonte de gordura utilizada. No entanto, as justificativas para essas variações nas respostas não são ainda totalmente claras e parecem estar relacionadas às alterações no consumo de MS e digestibilidade de nutrientes, que por sua vez, também não apresentam padrões estabelecidos de respostas à inclusão de lipídios nas rações (Staples *et al.*, 1998; Allen, 2000).

Composição do leite

Grande parte dos ácidos graxos insaturados da dieta são biohidrogenados pelas bactérias do rúmen e, com isto, mais da metade da gordura presente no leite é constituída de ácidos graxos saturados. Contudo, os produtos originados dos ruminantes são fontes naturais de ácido linoléico conjugado (CLA) que apresenta diversos benefícios ao organismo humano.

Sendo assim, a modificação no conteúdo lipídico e no perfil de ácidos graxos dos alimentos de origem animal pode ser uma maneira efetiva para melhorar a saúde dos consumidores, além de agregar valor aos produtos e beneficiar



também o produtor. Essa mudança na composição da gordura, no tecido adiposo é efetivamente mais difícil de ser obtida devido às taxas mais lentas de renovação do tecido e de síntese de triglicerídeos, enquanto que no leite as alterações ocorrem de maneira rápida e direta (Palmquist & Mattos, 2006). Por esse motivo, discutem-se atualmente de modo mais consistente os resultados obtidos com variações na composição do leite, apesar de ser forte tendência aprofundar os conhecimentos nas modificações na composição da carne, devido às exigências crescentes do mercado consumidor.

O leite e seus derivados são as maiores fontes de CLA na alimentação de seres humanos e o enriquecimento destes se torna bastante atrativo, uma vez que têm sido demonstrados na literatura inúmeros efeitos fisiológicos positivos desta molécula na nutrição e saúde dos consumidores (Deluca & Jenkins, 2000; Kim 2007; Bomfim *et al.*, 2008). Produtos originários de ruminantes, principalmente os lácteos, são as fontes mais ricas de CLA, sendo os isômeros *cis*-9, *trans*-11 e *trans*-10, *cis*-12 os que possuem atividade biológica (Pariza *et al.*, 2001).

A manipulação do processo de biohidrogenação, por meio de modificações na ração dos ruminantes, permite alterar a composição em ácidos

graxos do leite. O fornecimento de dietas ricas em ácidos graxos insaturados faz com que a capacidade de biohidrogenação das bactérias seja ultrapassada e isto leva o maior aporte destes nutrientes que pode ser absorvido no intestino e incorporado à gordura do leite. A utilização de estratégias para manutenção de baixo pH ruminal, tais como fornecimento de dietas de alto concentrado, pode auxiliar na proteção dos óleos contra a biohidrogenação, garantindo que maiores quantidades de ácidos graxos insaturados ultrapassem o rúmen e sejam absorvidos (Van Soest & Demeyer, 1996).

A adição de óleos vegetais livres na ração é mais efetiva em promover aumento de CLA nos produtos do que a adição de fontes de gordura protegidas, como sementes oleaginosas (Dhiman *et al.*, 2000). O óleo permite o ataque dos microorganismos de maneira mais eficaz, favorecendo a biohidrogenação, diferente do que ocorre com as sementes que apresentam os lipídios protegidos por matriz protéica, dificultando a ação dos microorganismos (Maia *et al.*, 2006).

Para Santos *et al.* (2001), a adição de 4,6% de óleo de soja na ração levou a redução do total de ácidos graxos saturados e aumento no total de ácidos graxos insaturados, inclusive CLA, no leite de vacas. O mesmo foi observado por Antongiovanni *et al.* (2004), que



constatarem aumento no teor de CLA no leite de ovelhas alimentadas com óleo de soja na ração.

Em revisão realizada por Oliveira *et al.* (2004), os autores descreveram que a utilização de suplementação lipídica com fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados, tem se mostrado eficaz no aumento da concentração de CLA e de outros ácidos graxos instaurados na gordura do leite. A suplementação de vacas leiteiras com óleo de canola e óleo de linhaça refletiu em maior concentração de trans-11 C18:1 (Focant *et al.*, 1998). Ressalta-se que fontes vegetais ricas em C18:2 e C18:3, como óleo de soja e de linhaça, são particularmente efetivas em incrementar CLA no leite (Chouinard *et al.*, 2001).

Além das preocupações com a saúde e qualidade de vida da população, a modificação do teor lipídico pela dieta pode objetivar ainda a obtenção de características mais favoráveis ao processamento dos produtos. Tem sido descrito que o fornecimento de rações com fontes de lipídios ricas em ácido palmítico (óleo de palma, por exemplo) aumenta o conteúdo desse ácido graxo na gordura do leite, o que a torna mais sólida e favorece a produção de derivados de creme de leite (Palmquist & Mattos, 2006).

O fornecimento de óleos pode ainda influenciar as características sensoriais do produto final, pois o teor e a composição da gordura do leite interferem no sabor e na textura de derivados lácteos (Jones *et al.*, 2005), sendo este um assunto ainda pouco explorado nas pesquisas.

Suplementação Lipídica e Reprodução

Mais recentemente, tem sido cogitada a hipótese de que a suplementação de gordura para ruminantes apresenta efeitos benéficos também em aspectos reprodutivos. Esses efeitos não são completamente explicados devido à escassez de estudos mais aprofundados nesta área, visto que, a maioria das publicações envolvendo o uso de óleos na alimentação de ruminantes tem foco na nutrição destes animais (com avaliações de ingestão de MS, digestibilidade dos nutrientes e alterações na composição e produção de leite), e não objetiva avaliar a influência sobre a reprodução (Staples *et al.*, 1998).

Alguns autores descreveram aumento no número de folículos nos ovários de vacas que receberam óleo de soja na dieta (Thomas & Willians, 1996; Thomas *et al.*, 1997; Stanko *et al.*, 1997), e também no tamanho médio dos folículos (6 – 9mm de diâmetro) (Ryan *et al.*, 1992). A obtenção



de maior número de folículos, por tratamentos nutricionais, pode ser interessante principalmente em programas de transferência de embriões (Albuquerque, 2007).

O uso de rações enriquecidas nos teores de ácidos graxos ômega-6 (ácido linoléico) ou ômega-3 (ácido linolênico) para vacas estimulou a formação de folículos dominantes maiores do que quando enriquecidas com ácido oléico (Bilby *et al.*, 2006; Staples *et al.*, 2007), indicando que fontes de gorduras poliinsaturadas seriam mais eficazes nesta característica. De acordo com Peters e Pursley (2003), a presença de folículos maiores pode derivar de um maior intervalo entre a regressão do corpo lúteo e ovulação, apresentando efeito benéfico na fertilidade.

Evidências sugerem ainda que a suplementação de lipídios, pelo maior aporte de ácidos graxos, pode melhorar a fertilidade de vacas leiteiras atuando tanto no balanço energético no início da lactação quanto no fornecimento de precursores para síntese de progesterona e prostaglandinas (Staples *et al.*, 1998).

Segundo revisão realizada por Staples (2009), a suplementação com ácidos graxos ômega-3 têm apresentado resultados consistentes também na redução de perdas embrionárias em vacas lactantes. O autor propôs que os ácidos graxos

linoléico e linolênico devem ser incluídos na alimentação de vacas leiteiras, pois são essenciais para bom desempenho reprodutivo.

Funston (2004) afirmou que a produção de PGF2 α pode aumentar ou diminuir com a suplementação de gordura, estando a resposta intensamente relacionada com a quantidade e fonte de lipídios utilizados. Conhecer melhor esses mecanismos é de fundamental importância, pois como descrito pelo mesmo autor, a PGF2 α é importante para a involução uterina e restabelecimento do ciclo estral pós- parto, mas produção muito elevada após a concepção pode levar a luteólise e aumento na mortalidade embrionária. Para Staples (2009), mais pesquisas são necessárias com avaliação de respostas reprodutivas, para a identificação das melhores fontes de gordura.

Os autores supracitados sugerem ainda que são necessários maiores estudos para elucidar a real influência dessa suplementação e possibilitar o estabelecimento de níveis de inclusão adequados, para que se obtenham respostas positivas nas funções reprodutivas dos animais.

Considerações finais



A suplementação lipídica com óleos vegetais é uma prática promissora principalmente em rebanhos leiteiros. No entanto, para que seja efetivada são necessários maiores estudos para elucidar os limites entre efeitos positivos e

negativos decorrentes desta. Destaca-se a necessidade da realização de mais pesquisas especialmente sobre influência na reprodução e sobre os efeitos para pequenos ruminantes.

Referências Bibliográficas

Agência Nacional da Vigilância Sanitária – ANVISA (2009). RDC nº482 de 23/09/1999. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>> Acesso em: 10 out. 2009.

Albuquerque KP (2007). Resposta superovulatória, produção e qualidade de embriões e composição de ácidos graxos de vacas suplementadas com grãos de linhaça ou canola. Maringá, Tese (Doutorado) - Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, UEM.

Allen MS (2000) Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83, 1598-1624.

Almeida R, GAMA, MAS (2004). Depressão da gordura no leite. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/?actA=9&erroN=1&areaID=73&referenciaURL=noticiaID=21117||lactA=7||areaID=61||secaoID=176>> Acesso em: 10 out. 2009.

Antongiovanni M, Mele M, Boccioni A, Petacchi F, Serra A, Melis MP, Cordeddu L, Banni S, Secchiari P (2004). Effect of forage/concentrate ratio and oil supplementation on C18:1 and CLA isomers in milk fat from Sarda ewes. *Journal of Animal Feed Science*, 13.669–672.

Banni S e Martin JC (1998). Conjugated linoleic acid and metabolites. In: *Trans fatty*



acids in human nutrition. 9ª edição. Editores: Sebedio JL, Christie WW. Oily (Dundee, Escócia), 261-302.

Bateman HG e Jenkins TC (1998). Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, 81, 9.

Beam TM, Jenkins TC, Moate PJ, Kohn RA, Palmaquist DL (2000). Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *Journal of Dairy Science*, 83, 2564-2573.

Belury MA (2003). Conjugated linoleic acids in type 2 diabetes mellitus: implications and potential mechanisms. In: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. 2ª edição. Editores: Sebedio JL, Christie WW, Adolf R. AOCS (Champaign, IL).

Bilby TR, Block J, Filho JO, Silvestre FT, Amaral BC, Hansen PJ, Staples CR, Thatcher WW (2006). Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. *Journal of Dairy Science*, 89, 3891-3903.

Bomfim MAD, Oliveira LS, Fernandes MF (2008). Uso da nutrição para a diferenciação e a valorização da qualidade do leite e da carne: um novo paradigma na nutrição de pequenos ruminantes. In: Congresso Nacional de Nutrição, Fortaleza- CE. Anais. CD ROM.

Borja MS, Garcez Neto AF, Oliveira RL, Lima LS, Bagaldo AR, Barbosa LP (2009). Óleo de licuri no concentrado administrado a vacas Holandesas X Zebú, sobre o comportamento ingestivo e conforto térmico. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 10, 2, 344-355.

Broudiscou L, Pochet S, Poncet C (1994). Effect of linseed oil supplementation on feed degradation and microbial synthesis in the rumen of ciliate-free and refaunated sheep. *Animal Feed Science Technology*, 49, 189-202.



Butolo JE (2002) Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, 430.

Byers FM e Schelling GT (1989). Lipids in ruminant nutrition. In: *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Editores: CHURCH, DC. Prentice Hall (Englewood Cliffs, NJ), 298-312.

Camacho JH, Franco JAQ, Williams GL, Cervera RQ, Ku Vera JC (2006) Dry matter intake, rumen fermentation and microbial nitrogen supply in pelibuey sheep fed low-quality rations and different levels of corn oil. *Interciencia*, 31, 07, 525-529.

Chalupa W, Vecciarelli B, Elser AE, Kronfeld DS (1986). Ruminal fermentation in vitro of long chain fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 69, 1293-1303.

Choi BR, Palmquist DL, Allen MS (2000). Cholecystokinin mediates depression of feed intake in dairy cattle fed high fat diets. *Domestic Animal Endocrinol*, Stoneham, 19, 159-175.

Chouinard PY, Corneau L, Butler WR, Chiliard Y, Drackley JK, Bauman DE (2001). Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *Journal of Dairy Science*, 84, 680- 690.

Church DC (1988). *El Ruminat: Fisiología Digestiva y Nutrición*. 3ª edição. Acribia (Zaragoza, Espanha).

Cieslak A, Soliva CR, Potkanski A, Szumacher-Strabel M, Scheeder MRL, Machmüller A (2006). Effect of plant oils on methane emission and biohydrogenation in vitro. *GGAA*, Zurich, 456-459.

Coppock CE e Wilks DL (1991). Supplemental fat in high energy rations for lactating cows: Effects on intake, digestion, milk yield, and composition. *Journal Animal Science*, 69, 3826-3837.



Corl BA, Lacy SH, Baumgard LH, Dwyer DA, Griinari JM, Phillips S, Bauman DE (1999). Examination of the importance of Δ -9 desaturase and endogenous synthesis of conjugated linoleic acid in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 77, 118.

Costa RG, Queiroga RCRE, Pereira RAG (2009). Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 307-321.

Deluca DD e Jenkins TC (2000) Feeding oleamide to lactating Jersey cows, 2. Effects on nutrient digestibility, plasma fatty acids and hormones. *Journal of Dairy Science*, Savoy, 83, 3, 569-576.

Demeyer D e Doreau M (1999). Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 593–607.

Depeters EJ, Taylor SJ, Finley CM, Famula TR (1987). Dietary fat and nitrogen composition of milk from lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 70, 1192–1201.

Dhiman TR, Satter LD, Pariza MW, Galli MP, Albright K, Tolosa MX (2000). Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic acid. *Journal of Dairy Science*, 83, 1016-1026.

Diário Oficial da União (D.O.U.) (2001). Instrução Normativa n. 15, 17 de julho de 2001. Brasília: Imprensa Nacional, 138.

Duarte LMD, Stumpf Junior W, Fischer V, Salla LE (2005). Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey sobre o consumo, a produção e a composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 6, 2020-2028.

Eifert EC, Lana RP, Leão MI, Arcuri PB, Valadares Filho SC, Leopoldino WM, Oliveira JS, Sampaio CB (2005). Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1, 297-308.



Focant M, Mignolet E, Marique M (1998). The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk oxidation. *Journal of Dairy Science*, Savoy, 81, 4, 1095-1101.

Funston RN (2004). Fat supplementation and reproduction in beef females. *Journal of Animal Science*, 82, 54-161.

Gagliostro G e Chilliard Y (1991). Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 2. Voluntary intake, milk production, and composition. *Journal of Dairy Science*, 74, 499-509.

Gomez-Cortes P, Frutos P, Mantecón AR, Juárez M, Fuente MA, Hervás G (2008). Milk production, conjugated linoleic acid content, and in vitro ruminal fermentation in response to high levels of soybean oil in dairy ewe diet. *Journal of Dairy Science*, 91, 4, 1560-1569.

Griinari JM, Corl BA, Lancy SH, Chouinard PY, Nurmela KVV, Bauman DE (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by D9-desaturase. *Journal of Nutrition*, 130, 2285-2291.

Grummer RR (2004). Gordura da dieta: Fonte energética e/ou regulador metabólico? In: *Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos. 8ª edição. Anais. Conapec Jr Unesp-botucatu*, 83-108.

Jenkins TC (1994). Regulation of lipid metabolism in the rumen. *Journal of Nutrition*, 124, 1372-1376.

Jones EL, Shingfield KJ, Kohen C, Jones AK, Lupoli B, Grandison AS, Beever DE, Williams CM, Calder PC, Yaqoob P (2005) Chemical, physical, and sensory properties of dairy products enriched with conjugated linoleic acid. *Journal of Dairy Science*, 88, 2923-2937.

Kelly ML, Berry JR, Dwyer DA, Griinari JM, Chouinard PY, Van Amburgh ME,



Bauman DE (1998). Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *Journal of Nutrition*, 128, 881-885.

Khorasani GR, Robinson PH, Boer G de, Kennely JJ (1991). Influence of canola fat on yield, fat percentage, fatty acid profile, and nitrogen fractions in Holstein milk. *Journal of Dairy Science*, 74, 3891-3899.

Kim SC, Adesogan AT, Badinga L, Staples RS (2007) Effects of dietary n-6: n-3 fatty acid ratio on feed intake, digestibility, and fatty acid. *Journal of Animal Science*, 85, 706-716.

Kozloski GV(2009). *Bioquímica dos ruminantes*. 2ª edição. Ed. da UFSM (Santa Maria, RS).

Kritchevsky D (2003) Conjugated linoleic acid in experimental atherosclerosis. In: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. 2ª edição. Editores: Sebedio JL, Christie WW, Adolf R. AOCS (Champaign, IL), 302-315.

López S e López J (2005). Suplementação lipídica para vacas leiteiras. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha- EMBRAPA*, 11, 97-106.

López S, López J, Stumpf Junior W (2007) Produção e composição do leite e eficiência alimentar de vacas da raça Jersey suplementadas com fontes lipídicas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15, 1, 1-9.

Machmüller A e Kreuzer M (1999). Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. *Canadian Journal of Animal Science*, 79, 65-72.

Maia FJ, Branco AF, Mouro GF, Coneglians SM, Santos GT, Minella TF, Macedo FAF (2006). Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sangüíneos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 4, 1496-1503.



Martin C, Rouel J, Jouany JP, Doreau M, Chilliard Y (2008). Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *Journal of Animal Science*, 86, 2642-2650.

Medeiros SR (2007). Uso de lipídios em dietas de ruminantes. Informe Técnico Macal Nutrição Animal, Edição de janeiro, 2007. Disponível em:

<<http://www.macal.com.br/?meio=destaque&nid=89>>. Acesso em: 25 out. 2009.

Moshkin VA (1986). Castor. Oxonian Press (New Delhi), 315.

Mouro GF, Branco AF, Macedo FAF, Maia FJ, Coneglian SM, Guimarães KC (2002). Óleos vegetais em dietas de cabras Saanen em lactação: produção e composição do leite e ingestão de nutrientes. In: 39ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, Recife-PE. Anais.CD-ROM Nutrição de Ruminantes.

Washington DC (2001). National Research Council - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7ª edição. Washington.

Nörnberg JL (2003). Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey na fase inicial de lactação. Porto Alegre, 158 Tese (Doutorado em Zootecnia) Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Oliveira SG, Simas JMC, Santos FAP, Imaizumi H (2004). Suplementação com diferentes fontes de gordura em dietas com alta e baixa inclusão de concentrado para vacas em lactação. *Ars veterinaria*, 20, 2, 160-168.

Onetti SG e Grummer RR (2004). Response of lactating cows to three supplemental fat sources as affected by forage in the diet and stage of lactation: a meta-analysis of literature. *Animal Feed Science Technology*, 115.

Palmquist DL (1988). Effects of calcium salts of isoacids and palm fatty acid distillate on feed intake, rumen fermentation, and milk yield in early lactation. *Journal*



of Dairy Science, 71, 1, 254, 1988.

Palmquist DL (1991). Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 74, 4, 1354-1360.

Palmquist DL e Mattos WRS (2006). Metabolismo de lipídios. In: *Nutrição de ruminantes*. Editores: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. Funep (Jaboticabal-SP), 287-308.

Pariza MW (1999). The biological activities of conjugated linoleic acid. In: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. Editores: Yurawecz MP, Mossoba MM, Kramer JKG, Pariza MW, Nelson GJ AOCS (Champaign, IL), 12-20.

Pariza MW, Park Y, Cook ME (2001). The biologically active. *Research*, 40, 283–298.

Peters MW e Pursley JR (2003). Timing of final GnRH of the ovsynch protocol affects ovulatory follicle size, subsequent luteal function, and fertility in dairy cows. *Theriogenology*, 60(6), 1197-1204.

Pinto SM (1997). Produção e composição química do leite de vacas holandesa no início da lactação, alimentadas com diferentes fontes de lipídios. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, 114.

Ryan DP, Spoon RA, Williams GL (1992). Ovarian follicular characteristics embryo recovery, and embryo viability in heifers: fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. *Journal of Animal Science*, 70, 3505-3513.

Santos ADF, Torres CAA, Rennó FP, Drumond MRS, Freitas Júnior JE (2009). Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 7, 1363-1371.



Santos FL, Silva MTC, Lana RP, Brandão SCC, Vargas LH, Abreu LR (2001). Efeito da suplementação de lipídios na ração sobre a produção de ácido linoléico conjugado (CLA) e a composição da gordura do leite de vacas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 1931-1938.

Silva MMC, Rodrigues MT, Branco RH, Rodrigues CAF, Sarmiento JLR, Queiroz AC, Silva SP (2007a). Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1, 257-267.

Silva MMC, Rodrigues MT, Rodrigues CAF, Branco RH, Leão MI, Magalhães ACM, Matos RS (2007b). Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1, 246-256.

Stanko RL, Fajersson P, Carver LA, Williams GL (1997). Follicular growth and metabolic changes in beef heifers fed incremental amounts of polyunsaturated fat. *Journal of Animal Science*, 75, 223.

Staples CR (2009). A suplementação de lipídios-ácidos graxos e implicações para reprodução/saúde animal Parte-1. In: XIII Curso de Novos Enfoques na Reprodução e Produção de Bovinos, Uberlândia-MG. Disponível em: <http://marcosveterinario.blogspot.com/2009/07/suplementacao-de-lipideos-acidos-graxos.html> Acesso em: 10 set. 2009.

Staples CR, Amaral B, De Vries, A, Thatcher WW (2007). Using fat supplementation to improve the chances of pregnancy of lactating dairy cows. In: Proceedings of the 8th Western Dairy Management Conference. Reno, NV. Anais.249-263.

Staples CR, Burke JM, Thatcher WW (1998). Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 8, 856-871.



Sutton JD, Knight R, Mcallan AB, Smith RH (1983). Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. *British Journal of Nutrition*, 49, 419-432.

Tanaka K (2005). Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *Journal of Animal Science*, 76, 291-303.

Thomas MG, Bao B, Williams GL (1997). Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence growth in cows fed isoenergetic diets. *Journal of Animal Science*, 75, 2512-2519.

Thomas MG e Williams GL (1996). Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated or polyunsaturated fatty acids. *Theriogenology*, 45, 451-458.

Toral PGA, Belenguer A, Frutos P, Hervás G (2009). Effect of the supplementation of a high-concentrate diet with sunflower and fish oils on ruminal fermentation in sheep. *Small Ruminant Research*, 81, 119-125.

Ueda K, Ferlay A, Chabrot J, Looor JJ, Chilliard Y, Doreau M (2003). Effect of linseed oil supplementation on ruminal digestion in dairy cows fed diets with different forage: concentrate ratios. *Journal of Dairy Science*, 86, 12, 3999-4007.

Valadares Filho SC e Pina DS (2006). Fermentação ruminal. In: *Nutrição de ruminantes*. Editores: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. Funep.(Jaboticabal- SP), 51-178.

Van Nevel CJ e Demeyer DI (1988). Manipulation of ruminal fermentation. In: *The ruminal microbial ecosystem*. Editores: : Honson PN. Elsevier Applied Science (London), 387-443.

Van Nevel CJ e Demeyer DI (1996). Effect of pH on biohydrogenation of



polyunsaturated fatty acids and their Ca-salts by rumen micro-organisms in vitro. Archives of Animal Nutrition, 49, 151–157.

Van Soest PJ (1994). Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca, NY: Ed. Comstock.

Vargas LH, Lana RP, Jham GN, Santos FL, Queiroz AC, Mancio AB (2002). Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 522-529.

Vazquez- Ñnon M, Bertics SJ, Grummer R (1997). The effect of dietary energy source during mid to late lactation on liver triglyceride and lactation performance of dairy cows. Journal of Dairy Science, 80, 2504-2512.

Yamamoto SM, Macedo FAF, Zundt M, Mexia AA, Sakaguti ES, Rocha GBL, Regañoni KCT, Macedo RMG (2005). Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, 34, 703-710.