

# Metabolismo de lipídeos em ruminantes\*

## Introdução

Devido as constantes exigências de produção dos ruminantes, se faz necessário maiores pesquisas dando enfoque ao manejo do animal. Hoje os animais não estão apenas recebendo uma dieta de pastagem, mas também tendo em sua alimentação complementações para seu melhor desempenho.

Dietas exclusivamente composta de forrageiras têm de 1 a 4% de lipídeos, mas quando ocorre a utilização de concentrados a base de grãos, esta porcentagem sobe para 5 a 6 % de lipídeos (Van Soest 1994).

Os lipídeos são compostos solúveis em solventes orgânicos como éter e clorofórmio e insolúveis em água, sua estrutura básica é um grupo glicerol (um açúcar de 3 carbonos) e três ácidos graxos (Figura 1), na natureza são encontrados principalmente nas folhas e sementes dos vegetais, eles aumentam a capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, desempenham o papel de fornecer energia as vacas e também atuam com 50% da gordura presente no leite. Os ácidos graxos presentes nas plantas contêm de 14 a 18 carbonos. Nos ruminantes dois ácidos graxos precisam estar nos alimentos que são: 18:2 n-6 (ácido linoleico) e 18:3 n-3 (ácido linolênico), pois não são sintetizados no organismo.

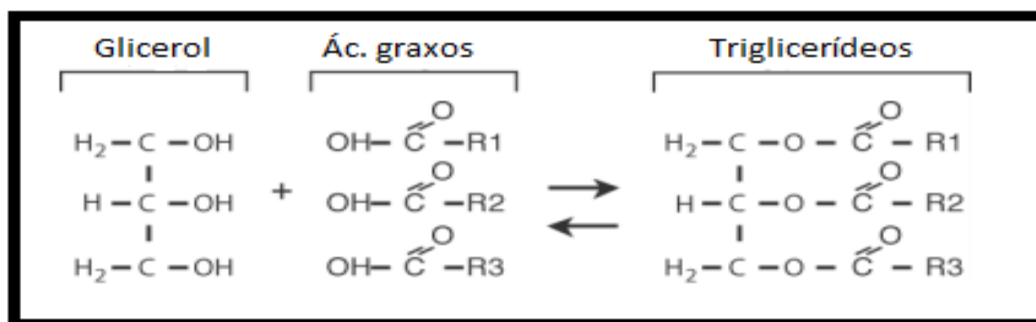


Figura 1. Estrutura básica dos triglicerídeos (Adaptado de Wattiaux e Grummer, 2006).

\* Angeli, N. C. Metabolismo de lipídeos em ruminantes. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 6 p.

Os triglicerídeos (TG) são encontrados em sementes de plantas, grãos de alguns cereais e na gordura animal. É principal forma de armazenamento de gordura no tecido animal, são sintetizados principalmente no fígado, tecido adiposo, glândula mamária e intestino delgado, porém a maioria das células possuem a capacidade de realizar sua síntese (Bruss, 2008).

Os glicolipídeos são encontrados principalmente em forragens (gramíneas e leguminosas), possuem estrutura similar aos triglicerídeos exceto que um dos seus ácidos graxos é substituído por um açúcar, comumente a galactose.

Quando ocorre a substituição de um ácido graxo por um fosfato os lipídeos são chamados fosfolipídeos, estes são mais encontrados nas bactérias presentes no rúmen do animal, do que em alimentos.

Os lipídeos têm seu ponto de fusão determinado pelo grau de saturação e tamanho de sua cadeia carbônica. Nas plantas comumente possuem 70 a 80 % de ácidos graxos insaturados, apresentando-se como óleos na temperatura ambiente. Já quando em gorduras animais possuem aproximadamente 50% de ácidos graxos saturados, apresentando-se no estado sólido (gordura).

## **Digestão dos lipídeos**

O processo de liberação das gorduras ocorre com a entrada dos lipídeos no rúmen. Os lipídeos não sofrem o processo de fermentação e podem passar pelo rúmen sem sofrer alterações, porém a maioria sofrerá ação das bactérias ruminais através do processo de hidrólise e biohidrogenação, sendo estes eventos sequenciais respectivamente.

Os lipídeos que adentram o rúmen pela alimentação estão esterificados como: triglicerídeos, fosfolipídeos e galactolipídeos. Com a exposição ao rúmen sofrem a hidrólise (lipólise) ocorrendo no meio extracelular pela ação das bactérias ruminais e pouca influencia também de protozoários presentes no rúmen, fungos, salivas e ação de lipases das plantas. O glicerol e açúcares que são liberados pela hidrólise são fermentados a ácidos graxos voláteis (AGV) e alguns destes são utilizados por bactérias para a formação de fosfolipídeos necessários para a parede celular. Assim, a partir da liberação do glicerol estarão no líquido ruminal ácidos graxos de cadeia longa como: os ácidos graxos oleico, linoléico e linolênico.

A hidrólise é reduzida em animais quando a dieta oferecida tem aumento nos níveis de gordura, diminuição de pH e adição de ionóforos que inibem o crescimento bacteriano ruminal.

O processo de biohidrogenação depende para a sua realização dos ácidos graxos estarem na forma não esterificada ou livre, assim são necessárias ligações duplas (insaturadas) com a adição de

hidrogênios para promover a saturação, ficando apenas a cadeia carbônica com ligações simples (Figura 2).

Ácidos graxos poli-insaturados são tóxicos para as bactérias ruminais sendo as mais susceptíveis as Gram positivas. A toxicidade é devido a característica anfipática dos ácidos graxos, aqueles que são solúveis, tanto em solventes orgânicos como em água, são mais tóxicos. Assim, A biohidrogenação atua como um mecanismo de defesa importante para o rúmen.

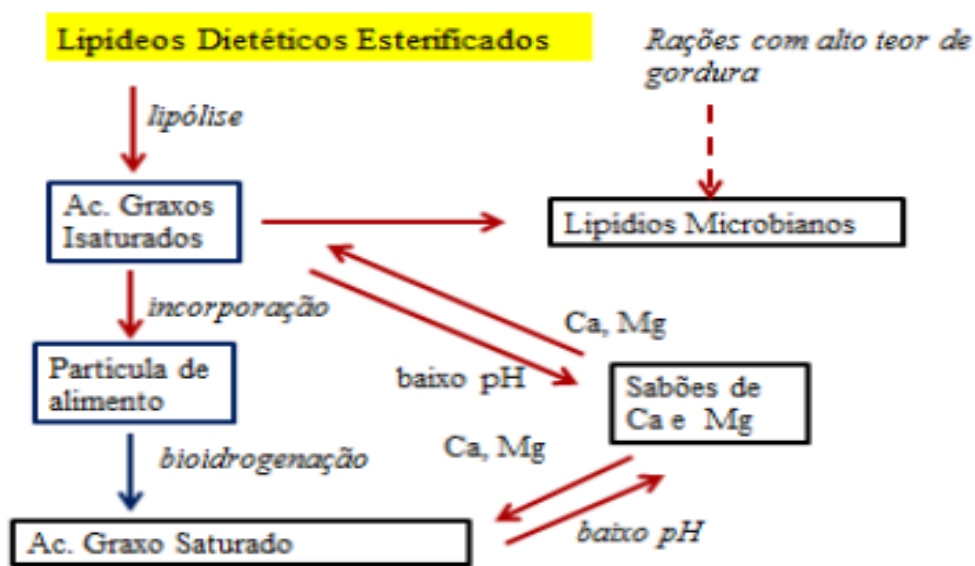


Figura 2. Metabolismo dos ácidos graxos no rúmen: biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados (Adaptado de Jenkins, 1999).

O metabolismo dos ácidos graxos insaturados no rúmen resulta como principal produto o ácido esteárico que passará ao abomaso e ao intestino onde será absorvido. O processo normal da biohidrogenação dos ácidos oleico, linoleico e linolênico formará ácido esteárico, porém em algumas situações devido à incompleta biohidrogenação dos ácidos graxos ocorrem alterações que levam a formação final de ácidos graxos trans.

## **Lipídeos no intestino**

A formação de micelas é essencial para a absorção dos lipídeos pelas células intestinais, para o qual é necessária a mistura de bile, secretada pelo fígado e pâncreas, com enzimas e bicarbonato. Assim, os fosfolipídeos são absorvidos e digeridos no intestino delgado.

Os ácidos graxos presentes no intestino são provenientes na maioria da glicose sanguínea, se encontrando ligados ao glicerol para a formação de triglicerídeos. Tanto os triglicerídeos como o colesterol, alguns ácidos graxos livres e outras substâncias lipídicas são recobertas por proteínas para a formação de lipoproteínas, também conhecidas por quilomicrons ou lipoproteínas de baixa densidade.

Dentre as lipoproteínas estão os quilomicrons (QM) que transportam triglicerídeos do intestino para o fígado, lipoproteínas de muito baixa densidade conhecidas por VLDL que efetuam o transporte dos triglicerídeos do fígado para o tecido adiposo, lipoproteínas de baixa densidade (LDL) que levam o colesterol do fígado para as células do corpo, lipoproteínas de alta densidade (HDL) que recolhem o colesterol dos tecidos do corpo, e transportam de volta para o fígado e lipoproteínas de densidade intermediária (IDL) que atuam como intermediários entre VLDL e LDL.

Para adentrar a corrente sanguínea as lipoproteínas entram nos vasos linfáticos seguindo para o ducto torácico onde se encontra a junção do sistema linfático e circulatório. Os lipídeos que são absorvidos entram na circulação sem uma prévia metabolização hepática, diferente do que ocorre na maioria dos outros nutrientes.

## **Lipídeos e sua utilização no úbere**

Aproximadamente 50% da gordura do leite é produzida pela glândula mamária. Durante a absorção intestinal dos lipídeos e a partir de lipoproteínas ocorre a formação de ácidos graxos, estes que quando aumentados na circulação os de cadeias longas podem atuar causando influência na secreção láctea ou inibindo a formação de ácidos graxos de cadeias pequenas ou medianas no úbere.

A diminuição da gordura presente no leite ocorre com a dieta das vacas apresentando pouca fibra.

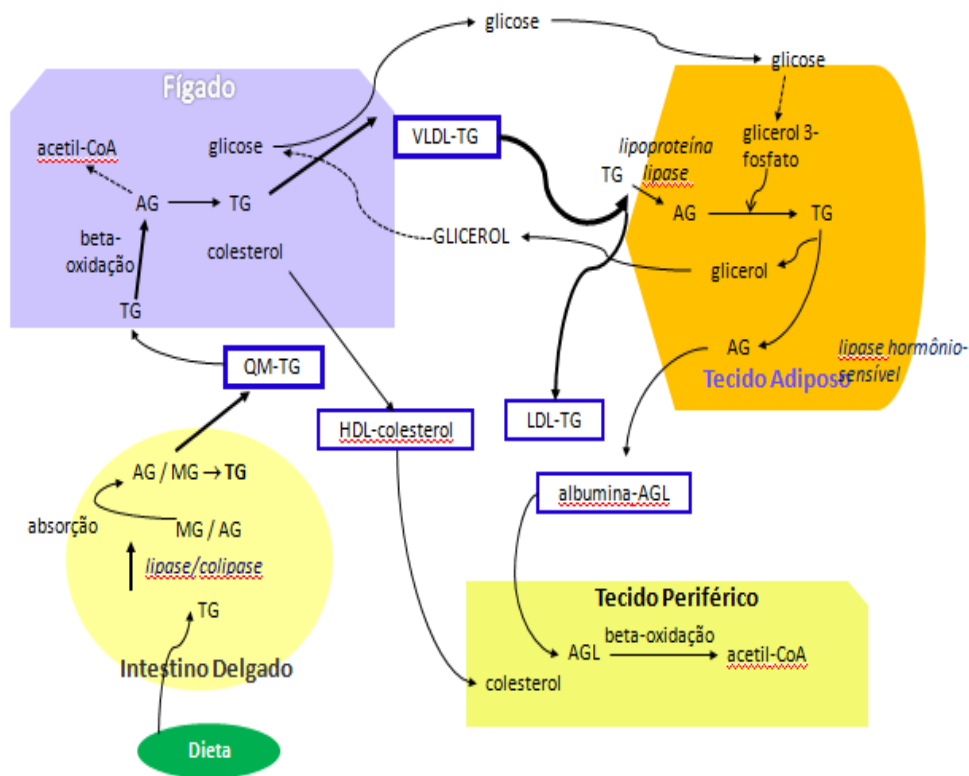


Figura 3. Metabolismo de lipídeos em vacas leiteiras.

## Mobilização de gordura no fígado

Nas fases de intensa necessidade de energia como o início da lactação e períodos de restrição alimentar ocorre a mobilização de gordura do tecido adiposo para que a demanda energética das vacas seja suprida.

Os triglicerídeos presentes no tecido adiposo após sofrer mobilização dará origem aos ácidos graxos que na corrente sanguínea e são sequestrado pelo fígado onde será utilizado como fonte de energia ou convertido em corpos cetônicos que permanecem como reserva de energia para vários tecidos.

O fígado não possui uma alta capacidade de transportar lipoproteínas e o excesso de mobilização de ácidos graxos faz com que os triglicerídeos sejam armazenados em células hepáticas. Tal gordura armazenada no fígado durante a fase de alta demanda energética contribui para que o animal desenvolva algumas doenças metabólicas como: cetose e lipidose.

## Adição de lipídeos na dieta

A adição de lipídeos na dieta de vacas leiteiras geram o aumento da densidade calórica da dieta, assim mais energia, principalmente em dietas ricas em forrageiras, também diminui a necessidade de carboidratos (concentrados) principalmente quando há uma alta demanda de energia e menor consumo de alimento (balanço energético negativo).

Conhecidos como um nutriente "frio" os lipídeos necessitam para a sua digestão menos calor do que os carboidratos e proteínas, assim em regiões ou estações com altas temperaturas os lipídeos ajudam a diminuir o estresse térmico causado ao animal.

O tipo de lipídeos presente na dieta pode interferir na ingestão de alimento como também na produção do leite. Vacas devem ser suplementadas com até 1,5 kg/dia de lipídeos já com os lipídeos presentes na dieta normal. Assim os valores lipídicos da dieta não deve ser maior que 6 a 8%, pois se maiores efeitos do seu excesso serão evidentes.

A produção de leite pelo animal é influenciada pela sua alimentação, assim a adição de gordura na dieta causa uma diminuição na proteína láctea e o excesso de lipídeos pode diminuir a ingestão de alimento, a produção de leite e alterar a composição de gordura no leite.

Ocorre o aumento da produção láctea quando a quantidade de gordura presente na matéria seca é de 5%.

## Referências

- BAUCHART, D. Lipid Absorption and Transport in Ruminants. *Journal of Dairy Science*, 1993, v. 76, p. 3864-3881, 1993.
- BEITZ, D. C. Metabolismo de proteínas e aminoácidos. In: DUKES, R. *Fisiologia dos animais domésticos*. Guanabara Koogan, 1996. p. 430-446.
- BERCHIELLI, T.T., PIRES, A.V., OLIVEIRA, S.G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- BRUSS, L. M. Lipids and ketones. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, W. J.; BRUSS, L. M. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6. ed. San Diego (USA): Academic Press, 4: 81-115, 2008.
- CORRÊA, M. N.; GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. *Transtornos Metabólicos nos Animais Domésticos*. Pelotas: Ed. Universitária, 2010.
- CHURCH, C.D. *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1993. 641 p.
- DRACKLEY, J. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier: *Journal of Dairy Science*, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.
- GONZÁLEZ, F.D., SILVA, S.C. *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 364p
- JENKINS, T.C. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J. Animal Science*, v.86 p.397-412, 2008.

- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Science*, v. 76, p.3851-3863, 1993.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J.; BRUSS M. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5. ed. San Diego (USA): Academic Press, 1997.
- OIVEIRA, E. R. Digestão de lipídeos em ruminantes: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/elio\\_lipid\\_rumin.pdf](http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/elio_lipid_rumin.pdf) .Acesso em 21/04/14.
- PEARSON, E. G.; MAAS, J. Lipidose Hepatica. In: SMITH, B.P. (Ed.). *Tratado de medicina Interna de Grandes Animais*. São Paulo: Manole, 1993. v.1, p. 861-867.
- SMITH, B. P. *Medicina interna de grandes animais*. 3. ed. São Paulo: Manole, 2006.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p
- WATTIAUX, M. A.; GRUMMER, R. R. O metabolismo de lipídeos em bovinos leiteiros. Madison: University of Wisconsin, 2006. Disponível em: [http://www.babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de\\_04.pt.pdf](http://www.babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_04.pt.pdf)>. Acesso em: 21/04/2014.
- WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos, In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J.O.J., OSPINA, H.(Ed.). *Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000. p. 9-22.