

## USO DE ADITIVOS NATURAIS E FITOCOMPOSTOS NA MANIPULAÇÃO DO AMBIENTE RUMINAL

Carlos Stefenson Ribeiro Junior<sup>1</sup>, Yury Tatiana Granja Salcedo<sup>2</sup>, Rafael Alves Azevedo<sup>3</sup>, Lutti Maneck Delevatti<sup>4</sup>, Mirela Machado<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em zootecnia FCAV/UNESP – Jaboticabal-SP, CEP: 14884-900, e-mail: carlosstefenson@yahoo.com.br, Bolsista FAPESP

<sup>2</sup> Mestranda da FCAV/UNESP Jaboticabal, Bolsista FAPESP

<sup>3</sup> Mestrando em Ciências Agrárias, UFMG- Belo Horizonte - MG

<sup>4</sup> Discente de graduação em zootecnia da UNESP-Campus Jaboticabal/SP. Brasil.

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

### RESUMO

Existe uma grande variedade de extratos naturais de plantas com potencial para manipular o ambiente ruminal. Os extratos naturais de *Yucca schidigera* (natural do México), *Quillaja saponaria* (natural de Chile), *Medicago sativa* (alfafa), entre outros, podem atuar nesse processo. Quando fornecidos em altos níveis, esses extratos naturais podem ter efeitos adversos na população microbiana ruminal e na saúde animal, enquanto em baixos níveis apresentam potencial para melhorar a fermentação ruminal. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão literária para investigar os principais mecanismos de ação através dos quais os extratos naturais de plantas poderiam atuar para aumentar a eficiência do metabolismo de energia e de nitrogênio pelas bactérias ruminais e pelo animal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aditivos naturais, manipulação ruminal, microbiota ruminal

### USE OF ADDITIVES IN NATURAL AND HANDLING FITOCOMPOSTOS RUMEN

#### ABSTRACT

There is a wide variety of natural plant extracts with potential for manipulating the rumen. The natural extracts of *Yucca schidigera* (a native of Mexico), *Quillaja saponaria* (born in Chile), *Medicago sativa* (alfalfa), among others, can act in this process. When provided at high levels, these natural extracts may have adverse effects on the rumen microbial population and animal health, while low levels have the potential to improve rumen fermentation. In this sense, the objective of this study was to conduct a literature review to investigate the main mechanisms of action through which the natural plant extracts could act to increase the efficiency of energy metabolism and nitrogen by rumen bacteria and the animal.

**KEYWORDS:** Natural additives, handling rumen, rumen micribes

### INTRODUÇÃO

No ecossistema anaeróbio do rúmen, os micro-organismos fermentam carboidratos e proteínas para obter nutrientes necessários para seu crescimento. Muitos dos produtos finais dessa fermentação, como os ácidos graxos voláteis e a proteína microbiana, são as principais fontes de nutrientes (energia e nitrogênio)

para o ruminante. Em contrapartida, outros produtos da fermentação, como calor, metano, e amônia, representam perdas de energia e proteína do alimento para o ambiente.

De 2% a 12% da energia consumida pelos ruminantes pode ser perdida na forma de metano, um gás produzido no rúmen durante o processo de fermentação dos carboidratos. No rúmen, o hidrogênio é produzido durante a fermentação anaeróbia das hexoses. Esse hidrogênio pode ser usado durante a síntese dos ácidos graxos voláteis e da matéria orgânica microbiana. O excesso de hidrogênio é eliminado, principalmente pela formação de metano (BAKER, 1999).

A intensidade da emissão de metano proveniente da fermentação ruminal depende principalmente do tipo de animal, do consumo de alimento e do grau de digestibilidade da massa ingerida. Alterações da dieta ou dos níveis de ingestão de alimento afetam a quantidade de metano produzido no rúmen e os fatores envolvidos incluem ingestão de alimento, tipo e quantidade de carboidrato na dieta, processamento da forragem, adição de lipídeos e manipulação da microflora ruminal (JOHNSON & JOHNSON, 1995).

O metano, além de ser diretamente relacionado com eficiência da fermentação ruminal e conseqüente perda de energia nos sistemas de produção, caracteriza-se como um importante gás de efeito estufa, contribuído com cerca de 15% do aquecimento global (COTTON; PIELKE, 1995).

Em relação aos compostos nitrogenados, pesquisas consideram que, em rebanhos leiteiros de 20% a 30% do nitrogênio (N) consumido diariamente encontraram-se na proteína do leite e na carne produzida, sendo o restante excretado pelas fezes e urina (DOU *et al.*, 1996; KOHN *et al.*, 1997; OENEMA *et al.*, 2001). Em bovinos de corte mantidos em pastagem, a eficiência de uso de N é ainda menor, próximo de 10% (HUTCHINGS *et al.*, 1996). A máxima eficiência possível varia com a espécie animal, idade, estágio de lactação. Sendo o limite teórico, aproximadamente, 50%. Essa baixa eficiência de conversão do N da dieta em proteína do leite e do músculo pode ser resultado da extensa degradação da proteína no rúmen, com altas taxas de produção e absorção de amônia, da interação do N com a fonte de carboidrato para um ótimo crescimento microbiano e do metabolismo pós-absorção do animal.

O nitrogênio perdido pode ser lixiviado para lençóis freáticos ou é emitido para atmosfera na forma de compostos voláteis. Deve-se considerar que concentrações superiores a 50mg de nitrato/L nos lençóis freáticos são potencialmente nocivos à saúde humana (DI; CAMERON, 2002). A emissão de amônia para a atmosfera contribui para a fertilização do ecossistema, acidificação e eutroficação do ambiente (NRC, 2003). Da mesma forma, óxido nitroso é um potente gás de efeito estufa, contribuído para o aquecimento global.

A redução na eliminação desses produtos tem concentrado os esforços dos pesquisadores mundiais para, além de aumentar a eficiência de conversão dos nutrientes consumidos em produtos consumíveis (carne e leite), reduzir o impacto dos sistemas de produção no ambiente. A manipulação ruminal, por meio de substâncias introduzidas na ração ou naturalmente presentes nos alimentos, tem oferecido alternativas para aumentar a eficiência de utilização das dietas consumidas pelos ruminantes.

Em termos simplificados, os principais objetivos da manipulação ruminal seriam: (1) melhorar os processos benéficos, (2) minimizar, deletar ou alterar os processos ineficientes, (3) minimizar, deletar ou alterar os processos prejudiciais para o animal hospedeiro. Exemplos de processos cuja maximização seria válida

em todas as circunstâncias são degradação da fibra, fermentação do lactato e conversão de compostos nitrogenados não-proteicos em proteína microbiana, enquanto os processos que deveriam ser minimizados incluem a produção de metano, degradação da proteína e absorção da amônia (NAGARAJA *et al.*, 1997). A manipulação dietética da fermentação ruminal é feita com inclusão de substâncias como ionóforos, enzimas fibrolíticas, leveduras, lipídeos, tampões na dieta dos animais e extratos naturais de plantas, de maneira a controlar e otimizar as reações fermentativas dos principais componentes dietéticos (carboidratos e proteínas).

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura para investigar os principais mecanismos de ação através dos quais os extratos naturais de plantas poderiam atuar para aumentar a eficiência do metabolismo de energia e de nitrogênio pelas bactérias ruminais e pelo animal.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado através de revisão sistemática de literatura, estabelecendo o período para coleta de dados de 1960 a 2009, as bases de busca foram: Google Scholar, Web of Science, Scopus, Portal Capes, Journal of Animal Science, Revista Brasileira de Zootecnia e Revista Agropecuária Técnica. Os critérios para inclusão dos artigos foram: utilização de extratos naturais de plantas, moduladores da fermentação ruminal.

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

Antibióticos são constantemente utilizados como aditivos em dietas de bovinos confinados, com o intuito de modificar a população microbiana ruminal, visando melhorar a eficiência na fermentação ruminal. Porém, há crescente tendência de substituição desses antibióticos por extratos naturais de plantas devido à proibição desses aditivos em alguns mercados e, a suspeita de desenvolvimento de micro-organismos resistentes a antibióticos de uso humano.

#### **Extratos naturais de plantas**

Os compostos secundários de plantas constituem-se em possibilidades naturais para modificar a fermentação. Várias plantas contêm compostos secundários que as protegem do ataque dos fungos, bactérias, herbívoros e insetos. Saponinas e taninos, presentes em algumas plantas tropicais, podem atuar nesse processo. Quando fornecidos em altos níveis, esses compostos podem ter efeitos adversos na população microbiana ruminal e na saúde animal, enquanto em baixos níveis apresentam potencial para melhorar a fermentação ruminal. Esses compostos podem ser fornecidos aos animais diretamente pelo alimento ou por extratos retirados industrialmente desses alimentos e adicionados à dieta dos animais.

#### **Taninos**

Taninos são substâncias polifenólicas com variados pesos moleculares e complexidade. São classificados em taninos hidrolisáveis e condensados, dependendo de seu arranjo estrutural. Seu múltiplo grupo fenólico-hidroxil leva à formação de complexos, principalmente com proteína e em menor grau com íons metálicos, aminoácidos e polissacarídeos. Considera-se que essas substâncias apresentam efeitos adversos e benéficos, dependendo de sua concentração e natureza, assim como da espécie, estado fisiológico do animal e composição da dieta (KUMAR; SINGH, 1984).

A presença das baixas concentrações de taninos na dieta pode ser usado como potencial modulador da fermentação ruminal. A síntese de proteína microbiana, geralmente, é aumentada na presença de taninos. Um decréscimo na taxa de digestão ruminal acarretada pelos taninos pode contribuir para uma melhor sincronização da liberação dos nutrientes e conseqüente aumento na eficiência da síntese de proteína microbiana (GETACHEW *et al.*, 2000). Apesar dos taninos diminuírem a disponibilidade de nutrientes, eles causam uma mudança na partição desses, carreando a maior proporção dos nutrientes disponíveis para a síntese de massa microbiana e menos para a produção de ácidos graxos de cadeia curta. O decréscimo na população de protozoários no rúmen também contribui para uma menor reciclagem de N ruminal.

O maior desempenho animal, observado quando a dieta contém baixos níveis de taninos, tem sido atribuído à proteção da proteína do alimento da degradação no rúmen e à maior eficiência de síntese microbiana, levando a um aumento no fluxo de aminoácidos para o sangue (WAGHORN; SHELTON, 1997).

A diminuição da solubilidade da proteína e da produção de gás no rúmen com o uso de taninos pode ser uma ferramenta para diminuir a ocorrência de timpanismo em animais consumido alfafa ou gramíneas de clima temperado no início do crescimento, além de possuírem efeito anti-helmíntico (KAHN; DÍAZ-HERNANDEZ, 2000).

FORAGEIRAS de clima tropical e temperado que contêm taninos condensados têm sido pesquisadas por sua provável capacidade de diminuir a produção de metano. A ação dos taninos condensados na metanogênese pode ser atribuída a um efeito indireto, pela redução na produção de hidrogênio, como conseqüência de redução na digestibilidade de fibra e por um efeito inibitório direto na população metanogênica (WOODWARD *et al.*, 2001).

Recentes trabalhos têm evidenciado que os taninos condensados podem exercer um efeito anti-helmíntico no trato gastrointestinal de ovinos contaminados com nematóides (NIEZEN *et al.*, 1995, 1998; ATHANASIADOU *et al.*, 2000). De acordo com NIEZEN *et al.* (1995,1998), ovinos contaminados com nematóides podem ter reduzida contagem de ovos fecais ou menor carga de verme, ou ambos, e aumentado resistência quando mantidos em pastagem com alto tanino condensado. No entanto, mais pesquisas são necessárias para determinar o meio mais apropriado de incorporação de forrageiras taniníferas nos sistemas de pastejo.

## **Saponinas**

Saponinas são glicosídeos presentes naturalmente em plantas de *Yucca schidigera* (natural do México), *Quillaja saponaria* (natural de Chile), *Medicago sativa* (alfafa), *Brachiaria decumbens*, entre outras. Essas substâncias têm sido pesquisadas como inibidoras do crescimento de protozoários ruminais, bem como moduladoras da fermentação ruminal em bovinos. A ação detergente das saponinas parece ser responsável pela morte dos protozoários do rúmen (MAKKAR *et al.*, 1998). As saponinas emulsificam os lipídeos da membrana celular protozoária, causando mudanças na sua permeabilidade e a morte da célula (KLITA *et al.*, 1996; WALLACE *et al.*, 2002).

Em uma revisão realizada por WINA *et al.* (2005), os autores citam 28 trabalhos em que as saponinas provocaram redução no número de protozoários, oito trabalhos mostrando um decréscimo somente na atividade dos protozoários, sete trabalhos não indicando efeito e três trabalhos nos quais se observaram efeito positivo das saponinas nos protozoários ruminais. Os autores chamam atenção para

o fato de que a maioria dos trabalhos que demonstraram efeito antiprotozoário das saponinas foram realizados *in vitro*, devendo esses resultados serem avaliados com cuidado por nem sempre serem consistentes com os resultados *in vivo*.

Os protozoários no rúmen são responsáveis pela considerável reciclagem de N, pois grande parte do seu suprimento protéico advém da lise de células bacterianas, aumentando a amônia ruminal e diminuindo o fluxo de N microbiano para o duodeno. Além disso, os protozoários contribuem para a metanogênese através do fornecimento de hidrogênio, produzido durante a fermentação dos carboidratos e servindo se hospedeiro para cerca de 30% das bactérias metanogênicas (JOUANY, 1996).

Em decorrência do efeito sobre a população de protozoários, o uso das saponinas como manipuladoras da fermentação ruminal leva, secundariamente, à redução na população de amônia, aumento na utilização do N da dieta, aumento na eficiência de síntese de proteína microbiana, mudança no perfil de ácidos graxos voláteis e diminuição na metanogênese.

A mudança no perfil dos ácidos graxos voláteis é um dos principais efeitos das saponinas na fermentação ruminal, com aumento na proporção de propionato e diminuição na reação acetato:propionato. A diminuição na produção de acetato e butirato e conseqüente aumento na proporção de propionato está relacionada com a diminuição na atividade fermentativa dos protozoários (JOUANY, 1994), assim como a redução na produção de metano.

Usando altas doses de saponinas (12mg/g de matéria seca), HESS *et al.* (2003) observaram decréscimo de 54% na contagem de protozoários e redução de 20% na produção *in vitro* de metano. Os autores explicaram que a defaunação reduziu a produção de metano por causa de um menor suprimento de hidrogênio. WANG *et al.* (1998), observaram, também *in vitro*, que a produção de metano foi de 15% menor em relação ao grupo controle.

Além da diminuição da reciclagem ruminal de N, esses compostos podem reduzir a produção de amônia no rúmen pela inibição da uréase microbiana (MAKKAR, 2003), criaram complexos com as proteínas dos alimentos (MAKKAR, 2003), adsorvendo a amônia livre e diminuindo a degradabilidade da proteína por meio da inibição das proteases (KUMAR; SINGH, 1984).

No entanto os resultados da utilização de saponinas na fermentação ruminal têm-se mostrado contraditórios. As principais razões podem ser:

1. desativação bacteriana das saponinas em substâncias não tóxicas;
2. efeitos fisiológicos, como alteração na taxa de consumo de alimento, taxa de reciclagem ruminal ou aumento na produção de saliva;
3. diferentes efeitos biológicos das saponinas de diferentes fontes, com diferentes concentrações ou a presença nelas de outros metabólitos secundários;
4. diferentes dietas ou níveis de alimentação (ERYAVUZ; DEHORITY 2004).

A dificuldade de se obter resultados consistentes com uso de saponinas para manipular a fermentação ruminal é dada, principalmente, pela grande variedade estrutural desses compostos, dependentes da espécie vegetal e da possível adaptação da população microbiana. Somente na alfafa foram identificados mais de 29 tipos de saponinas. Tem-se obtido melhores resultados com os extratos retirados da Ycca e da Quillaja, as quais têm sido exploradas como aditivos. Mais estudos para identificar quais os tipos de saponinas geram resultados mais persistentes no rúmen contribuirão para melhorar a eficiência da fermentação ruminal.

### Óleos essenciais

Óleos essenciais são metabólitos secundários de algumas plantas, responsáveis pelo odor e pela cor das plantas, sendo obtidos por vaporização ou destilação em água. Dos principais óleos essenciais destacam-se o timol presente no tomilho (*Thymus vulgaris*) e no orégano (*Origanum vulgare*), o limoneno extraído da polpa cítrica e o guaiacol extraído da resina do guáiacou ou do óleo do cravo-da-índia (CASTILLEJOS *et al.*, 2005).

Esses produtos parecem exercer atividade antimicrobiana sobre bactérias Gram-negativas e Gram-positivas (HELANDER *et al.*, 1998). Existem evidências, também, que muitos óleos essenciais reduzem a taxa de deaminação de aminoácidos, a taxa de produção de amônia e o número de bactérias hiperprodutoras de amônia, com aumento no escape ruminal de N para o intestino (MCINTOSH *et al.*, 2003). A suplementação com uma mistura de óleos essenciais aumentou a concentração de ácidos graxos voláteis totais sem afetar outros parâmetros fermentativos, sugerindo que a fermentabilidade da dieta foi afetado (CASTILLEJOS *et al.*, 2005).

São escassos os trabalhos desenvolvidos com óleos essenciais e por isso os mecanismos de ação sobre a fermentação ruminal e as conseqüências no metabolismo animal não estão definidos, no entanto, os trabalhos desenvolvidos até no momento indicam o potencial dos óleos essenciais para manipular os produtos da fermentação ruminal.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa revisão de literatura evidencia que há uma grande variedade de extratos naturais de plantas com potencial para manipular o ambiente ruminal, diminuindo a excreção de compostos nitrogenados e a emissão de metano que, além de representarem ineficiência do processo fermentativo do rúmen, constituem-se em importantes fontes de poluição ambiental. A maior vantagem da utilização dessa estratégia é que consiste em um processo natural, em que intervenções que envolvem antibióticos e aditivos químicos podem desenvolver micro-organismos resistentes a antibióticos de uso humano.

A maioria dos efeitos e mecanismos de ação foram estabelecidos *in vitro*. Portanto, experimentos adicionais serão necessários para avaliar se efeitos similares poderão ser demonstrados *in vivo*.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHANASIADOU, S. *et al.* Effect of shortterm exposure to condensed tannins on adult *Trichostrongylus colubriformis*. **Veterinary Record**, 146:128, 2000.

BAKER, SK. Rumen methanogens, and inhibition of methanogenesis. **Australian Journal of Agricultural Research**, 50:1293, 1999.

CASTILLEJOS, L. *et al.* Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, 119:29, 2005.

COTTON, W.R.; PIELKE, R.A. **Human impacts on weather and climate**. Cambridge University Press, 1995. 288p.

DI, H.J.; CAMERON, K.C. Nitrate leaching in temperate agro ecosystems: Sources, factors and mitigating strategies. **Nutrition Cycle Agroecosystem**, 46:237, 2002.

DOU, Z. *et al.* Managing nitrogen on dairy farms: An integrated approach I. Model description. **Journal of Dairy Science**, 79:2071, 1996.

ERYAVUZ, A.; DEHORITY, B.A. Effects of *Yucca schidigera* extract on the concentration of rumen microorganisms in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, 117: 215, 2004.

GETACHEW, G. *et al.* Tannins I tropical browses: effects on in vitro microbial fermentation and microbial protein synthesis in media containing different amount of nitrogen. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 48:3581, 2000.

HELANDER, I.M, *et al.* Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 46:3590, 1998.

HESS, H.D.*et al.* Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. **Animal Feed Science and Technology**, 109:79, 2003.

HUTCHINGS, N.J. *et al.* A model of ammonia volatilization from a grazing livestock farm. **Atmospheric Environmental**, 30:589, 1996.

JOHNSON K.A.; JOHNSON D.E. Methane emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, 73:2483, 1995.

JOUANY, J.P. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. **Journal of Nutrition**, 126:1335S, 1996.

JOUANY, J.P. Manipulation of microbial activity in the rumen. **Archives Animal Nutrition**, 46:133, 1994.

KAHN, L.P.; DIAZ-HERNANDEZ, A. Tannins with anthelmintic properties. In: BROOKER, J.D. (Ed.), **Tannins in Livestock and Human Nutrition**. ACIAR Proceedings, 92:130, 2000.

KLITA, P.T. *et al.* Effect of alfalfa root saponins on digestive function in sheep. **Journal of Animal Science**, 74:1144, 1996.

KOHN, R.A. *et al.* A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. **Journal of Environmental Management**, 50:417, 1997.

KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins, their adverse role in ruminant nutrition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50:447, 1984.

KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins, their adverse role in ruminant nutrition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 32:447, 1984.

MAKKAR, H.P.S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, 49:241, 2003.

MAKKAR, H.P.S. *et al.* Potential and limitations of in vitro gas method for studying the effects of plant defensive components on rumen fermentation. In: **Proceedings of the Third International Workshop on Antinutritional Factors in Legume Seeds and Rapeseed**, Wageningen, 1998.

McINTOSH, F.M. *et al.* Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**, 69:50011, 2003.

NAGARAJA, T.G. *et al.* Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds). **The Rumen Microbial Ecosystem**. Blackie Academic & professional, 523-632, 1997.

NIEZEN, J.H. *et al.* Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*), which contrasting condensed tannins. **Journal of Agricultural Science**. 125:281, 1995.

NIEZEN, J.H. *et al.* Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs, which grazed six contrasting forages. **Veterinary Parasitology**, 80:15, 1998.

NRC. **Air Emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs**. Natl. Acad. Washington, DC. 2003.

OENEMA, J.; KOSKAMP, G.J.; GALAMA, P.J. Guiding commercial pilot farms to bridge the gap between experimental and commercial dairy farms; the project Cows& Opportunities. Netherlands **Journal of Agricultural Science**, 49:277, 2001.

WAGHORN, G.C; SHELTON, I.D., Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. **Journal of Agricultural Science**, 128:365, 1997.

WALLACE, R.J.; CZERKAWSKI, J.W.; BRECKENRIDGE, G. Effect of monensin on the fermentation of basal rations in the rumen simulation technique (Rusitec). **British Journal of Nutrition**, 114:101, 2002.

WANG, Y. *et al.* Effects of *Yucca schidigera* extract on fermentation and degradation of saponins in the Rusitec. **Proceedings, Western Section, American Society Animal Feed Science and Technology**, 74:143, 1998.

WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The impact of saponins or saponin-containing plant material on ruminant production –A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53:8093, 2005.

WOODWARD, S.L. *et al.* Early indications that feeding *Latus* will reduce methane emissions from ruminants. In **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, 61:23, 2001.