

EFEITO DOS PROTOZOÁRIOS SOBRE A EFICIÊNCIA DA SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA: UMA REVISÃO

EFFECT OF PROTOZOAN ON THE EFFICIENCY OF MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS: A REVIEW

POSSAMAI, A.P.S^{1*}

LALA, B.¹,

PEREIRA, V.V.¹,

MORA, N.H.A.P.¹,

SENEGALHE, F.B.D.²⁵

RESUMO

A microbiologia do rúmen é complexa e ampla devido ao grande número de organismos nela presente, modificações na dieta promovem mudanças no ambiente e conseqüentemente na microbiota ali presente. Determinações da concentração e composição da fauna em ruminantes sobre diversos tipos de alimentação, são importantes para a elucidação da presença dos protozoários no rúmen e suas relações com o hospedeiro. Nesta revisão de literatura são analisados os efeitos da defaunação do ambiente ruminal, e as possíveis respostas produtivas aos ruminantes.

Palavras-chave: digestão, defaunação, microbiota

ABSTRACT

The microbiology of the rumen is a complex and wide due to the large number of organisms present in it, modifications in diet promote changes in the environment and consequently in the microflora present there. Determination of the concentration and composition of the fauna in ruminants on various types of food, are important for the elucidation of the presence of protozoa in the rumen and its relations with the host. In this review are analyzed the effects of defaunation of the rumen, and possible responses to productive ruminants.

Keywords: digestion, defaunation, microflora

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM).

*anapaula_possamai@hotmail.com

² Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

INTRODUÇÃO

A celulose e outros polissacarídeos, presentes na parede celular de vegetais, representam a maior fonte potencial de energia para os animais herbívoros. A degradação da parede celular pelos ruminantes é consequência da simbiose entre estes e um número ainda não definido de microrganismos anaeróbios presentes no rúmen. Microrganismos ruminais podem também utilizar fontes de nitrogênio não proteico para síntese de aminoácidos e ainda são capazes de sintetizar vitaminas, o que torna o hospedeiro virtualmente independente de fontes dietéticas, exceto para as vitaminas A e D (Arcuri et al., 2006). Esta relação entre a microbiota e seu hospedeiro gera benefícios recíprocos, onde o substrato fornecido pelos ruminantes à microbiota (alimentos ingeridos) é revertido ao hospedeiro na forma de ácidos graxos voláteis, proteína microbiana e substâncias que regulam o equilíbrio ruminal.

As bactérias e os protozoários ciliados representam, na maior parte das condições, os componentes mais importantes da população microbiana

(Yokoyama & Johnson, 1988). A determinação da concentrações e composição da fauna em ruminantes são importantes para a elucidação da presença dos protozoários no rúmen e suas relações com o hospedeiro (Frazolin et al., 2000).

Os protozoários podem utilizar a maioria dos carboidratos solúveis, amido e carboidratos da parede celular para seu crescimento, além de estarem associados à maior reciclagem de nitrogênio microbiano no rúmen e à redução no suprimento de aminoácidos ao intestino (Ivan et al., 2001); apresentam simbiose com arqueias metanogênicas, onde o hidrogênio produzido pelos ciliados é utilizado por estes microrganismos na formação de metano; e podem ser responsáveis por até 37% da metanogênese (Williams et al., 1997). Nesta revisão de literatura serão abordadas algumas informações disponíveis sobre os efeitos da eliminação dos protozoários do rúmen no desempenho produtivo de ruminantes.

Revisão da Literatura

Defaunação do ambiente ruminal

Ainda que o papel dos protozoários na fermentação ruminal seja inquestionável (Hungate, 1966), a verdade é que o ruminante não necessita deles para viver (Williams & Dinussen, 1973) podendo a sua eliminação representar em alguns casos, um benefício adicional para o ruminante (Leng, 1990).

Estima-se que cerca de 10^2 a 10^4 bactérias são engolidas por um único protozoário por hora. Se estas estimativas forem extrapoladas para o ambiente ruminal real (10^5 a 10^6 protozoários/mL), cerca de 10^7 a 10^{10} bactérias são eventualmente tragadas por mL de líquido ruminal por hora

(Ushida et al., 1991). Isto representa cerca de 0,1 de 100% da biomassa total de bactérias.

Eugène et al. (2004), observaram que a digestibilidade da matéria orgânica e da FDN, decresceu em animais defaunados, e a defaunação proporcionou aumento na passagem de nitrogênio microbiano ao duodeno (21%), aumentou a eficiência de síntese microbiana com redução da concentração de amônia ruminal, havendo também um aumento na concentração de propionato, enquanto a proporção de butirato foi reduzida.

De acordo com Ruiz et al. (1978), apesar da grande contribuição dos

protozoários na massa microbiana ruminal, há indicações de que os mesmos não deixam o rúmen em quantidades significantes, comparada com as bactérias, reduzindo-se assim, a disponibilidade de proteína microbiana para o animal.

Sequestro e migração de população de holotricos formada por ciliados pertencentes aos gêneros *Isostricha* e *Dasytricha* no rúmen têm sido observados em algumas espécies de ruminantes (Abe et al., 1981). Isso significa que estes são capazes de se alojarem em nichos específicos no rúmen-retículo após determinado tempo da alimentação, migrando de volta ao interior do conteúdo ruminal, quando o animal reinicia nova alimentação. Abe et al. (1981), concluíram que os holotricos são sequestrados nas paredes do retículo, migrando para o conteúdo ruminal na alimentação, em função de resposta quimiostática pelos nutrientes solúveis, sendo possivelmente deslocados, devido às fortes contrações do retículo associadas à alimentação. Segundo os

Digestão da fibra

As bactérias hemicelulolíticas e celulolíticas são os microrganismos mais importantes na digestão dos carboidratos complexos da parede celular da digesta ruminal, porém os grandes protozoários ciliados colonizam fragmentos da fibra ingerindo diretamente os tecidos da planta (Bauchop, 1989), podendo facilitar a ação dessas específicas bactérias.

Determinadas espécies de protozoários possuem capacidade de digestão de carboidratos da parede celular das plantas e, segundo Bobadilla & Rowe (1979), a digestão ruminal dos carboidratos complexos componentes da parede celular da cana-de-açúcar é muito lenta, indicando ser a taxa de fermentação o principal fator limitante da ingestão de

autores o sequestro pode ocorrer em razão de esses protozoários absorverem grandes quantidades de grãos de amido, tornando-os mais pesados, tendendo assim a se estabelecer nas porções ventrais do rúmen.

A monensina é um ionóforo que vem sendo amplamente estudada, devido aos efeitos positivos no desempenho do animal, que são consequentes da manipulação da fermentação ruminal, a partir do controle da atividade das bactérias gram-positiva, sensíveis ao ionóforo. Protozoários também são sensíveis à monensina, porém seu efeito é transitório, pois os ciliados retornam seu crescimento 3-4 semanas após o início do fornecimento do ionóforo (Guan et al., 2006). Fontes de lipídeos insaturados, como óleo de soja, também apresentam propriedades defaunadoras (Moss et al., 2000) e interferem na atividade das bactérias gram-positivas, de maneira similar aos ionóforos.

matéria seca. Vários estudos de protozoologia ruminal têm mostrado a presença de atividades hemicelulolíticas e celulolíticas nos ciliados, especialmente nos grandes entodiniomorfos.

A menor digestão ruminal da celulose, que está associado com a suplementação de amido, é geralmente explicada por um acúmulo de ácidos, especialmente o ácido láctico, que produz um baixo pH, que restringe o crescimento das bactérias celulolíticas. Além disso, é possível que bactérias amilolíticas como *S. bovis* e *Selenomonas*, que crescem mais rapidamente do que cepas celulolíticas, superarem as bactérias celulolíticas. Como evidenciado por estudos bacteriológicos, a concentração de bactérias amilolíticas

é reduzida quando os protozoários estão presentes. *Entodinium spp.* rapidamente ingerirem o amido e metabolizam o ácido láctico, criando condições favoráveis para o crescimento de bactérias celulolíticas (Ushida et al., 1991).

Ushida et al. (1991), ao efetuar uma revisão sobre os efeitos da eliminação dos protozoários do rúmen na digestão da fibra e na cinética da digesta, concluiu que, na maior parte dos casos, a eliminação reduzia a digestão no rúmen das paredes celulares das plantas. Os efeitos variam, no entanto, desde uma forte inibição (50%) até uma ligeira estimulação (15%), sendo os efeitos depressivos particularmente relevantes

Digestão dos carboidratos

Segundo Tsuda et al. (1989), o amido e os açúcares são os substratos preferidos dos protozoários, no entanto, a habilidade de ingestão dessas partículas depende do tamanho do protozoário e do tamanho das partículas desses substratos, sendo rapidamente assimilados e armazenados como amilopectina ou amido protozoário. Assim, a defaunação dos protozoários deveria induzir a perdas na atividade amilolítica, que, no entanto, não ocorre pelo desenvolvimento da fauna das bactérias amilolíticas, pois é conhecido que os protozoários removem partículas de amido, ingerindo-as bem como às bactérias aderentes, o que pode estar na origem do aumento da população bacteriana amilolítica quando há eliminação dos protozoários. As variações do pH do rúmen são maiores, havendo uma produção de ácidos graxos voláteis (AGV) mais rápida e menos regular ao longo do dia, o que se traduz em condições menos favoráveis ao desenvolvimento das bactérias com atividade celulolítica.

Segundo Valdez et al. (1977), em sistemas de alimentação que

em dietas em que houve incorporação de concentrado (amido).

Rômulo et al. (1989), observaram em ovinos alimentados com dietas à base de palha, que a eliminação dos protozoários tinha um efeito positivo sobre a degradabilidade da palha *in sacco*. Neste trabalho, o número de zoósporos viáveis aumentou consideravelmente nos animais em que os protozoários foram eliminados, o que se deve considerar na interpretação dos resultados, visto o aumento da população fúngica do rúmen poder compensar a diminuição da atividade celulolítica associada com a eliminação dos protozoários.

promovam maior disponibilidade de carboidratos solúveis no rúmen, como o uso de cana de açúcar, os protozoários holotricos podem conferir vantagem ao animal hospedeiro, pois podem rapidamente armazenar os açúcares solúveis que são fermentados mais lentamente, permitindo fermentação mais constante.

É conhecido que os protozoários removem partículas de amido, ingerindo-as bem como às bactérias aderidas ao amido, o que pode explicar o aumento da população de bactérias amilolíticas quando há a eliminação de protozoários. Franzolin et al. (1996) em experimento com animais alimentados com dieta rica em concentrado, observou que os animais defaunados apresentaram pH ruminal menor quando comparados aos animais faunados.

A defaunação pode induzir a uma perda da atividade amilolítica no rúmen. Uma observação *in vitro* confirmou que um maior nível de digestão do amido ocorreu quando *Entodinium spp.* foi inoculado em um líquido ruminal defaunado (Ushida et al., 1991). No entanto, a digestão

resultante do amido no rúmen geralmente não é afetada pela defaunação in vivo, devido ao aumento das bactérias amilolíticas, após a eliminação dos protozoários. As bactérias amilolíticas compensam o desaparecimento da atividade dos protozoários sobre a digestão de carboidratos. É amplamente admitido que a captação eficiente de amido e açúcares solúveis por protozoários impede a sua rápida fermentação por bactérias, limitando assim a diminuição do pH e produção de ácido láctico (Ushida et al., 1991).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos possíveis efeitos da eliminação dos protozoários, devem-se considerar diversos fatores para que se obtenha a melhor resposta na produção animal. Os estudos demonstram que com a defaunação há um aumento no fluxo de proteína microbiana para o duodeno e a digestibilidade da fibra tende a diminuir, esta alteração na relação da proteína e energia nos produtos finais da digestão é susceptível de provocar

Mendoza et al. (1993), ao estudarem a influência dos protozoários no local e na extensão de digestão do amido e na fermentação ruminal, verificaram que os protozoários reduzem a taxa de digestão do amido, bem como a extensão da sua digestão no rúmen, desviando a digestão para o intestino. Esses autores sugeriram que a presença destes microrganismos pode desempenhar um papel importante na redução de acidoses em dietas com elevada incorporação de concentrados (amido).

melhorias significativas no desempenho produtivo de ruminantes em dietas em que há baixas quantidades de proteína alimentar. No entanto, ressaltam-se também evidências que demonstram que os protozoários poderão ter um significado nutricional importante em animais alimentados com dietas com altas quantidades de concentrado (amido).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, M.; IRIKI, T.; TOBE, N. et al. Sequestration of holotrich protozoa in the reticulo-rumen of cattle. **Applied and Environmental Microbiology**, v.41, n.4, p. 758-765, 1981.

ACURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, p.111-140.

BAUCHOP, T. Colonization of plant fragments by protozoa and fungi. In: NOLAN, J. V.; LENG, R. A.; DEMEYER, D. I. **The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion**. Armidale: Pernambul Books, 1989. p.83-96.

BOBADILLA, M.; ROWE, J. B. Variation in numbers and mass of ciliate protozoa in the rumens of sheep fed chaffed alfalfa (*Medicago sativa*). **Applied and environmental microbiology**, v.43, n.5, p.1201-1204, 1982.

EUGÈNE, M.; ARCHIMÈDE, H.; SAUVANT, D. Quantitative metaanalysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. **Livestock Production Science**, v.85, p.81-97, 2004.

FRAZOLIN, R.; DEHORITY, B. A. Effect of prolonged high-concentrate feeding on ruminal protozoa concentrations. **Journal of Animal**

- Science**. V.74, n.11, p.2803-2809, 1996.
- FRAZOLIN, R.; FRAZOLIN, M. H. T. População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.29, n.6, p.1853-1861, 2000.
- GUAN, H.; WITTENBERG, K. M.; OMINSKI, K. H. et al. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. **Journal of Animal Science**. V. 84, p. 1896-1906, 2006.
- HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press, 1966. p.533.
- IVAN, M.; MIR, P. S.; KOENIG, K. M. et al. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. **Small Ruminant Research**, v.41, p.221-227, 2001.
- LENG, R. A. Factors affecting the utilization of poor-quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**.v. 3, p.277-303. 1990.
- MENDOZA, G. D.; BRITTON, R. A.; STOCK, R. A. Influence of ruminal protozoa on site and extent of starch digestion and ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**. v.71, p.1572-1578, 1993.
- MOSS, A. R.; JOUANY, J. P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants its contribution to global warming. **Annales de Zootechnie**. v.49, p.231-253, 2000.
- ROMULO, B.; BIRD, S.H.; LENG, R. A. Combined effects of defaunation and protein supplementation on intake, digestibility, N retention and fungi counts in sheep fed straw based diets. In: NOLAN, J. V.; LENG, R. A.; DEMEYER, D. I.. **The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion**. Armidale: Pernambul Books, 1989. p.285-288.
- RUIZ, G.; BOBADILLA, M.; DEB HOVELL, F. P. The effect of wheat bran on rumen fermentation rumen volume and fluid flow rate in zebu bulls fed chopped whole sugar cane. **Tropical Animal Health and Production**. v.3, p. 247-258. 1978.
- TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. San Diego: Academic Press, 1991. p.625-654
- USHIDA, K.; JOUANY, J.P.; DEMEYER, D.I. Effects of presence or absence of rumen protozoa on the efficiency of utilization of concentrate and fibrous feeds. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. San Diego: Academic Press, 1991. p.625-654.
- VALDEZ, R. E.; ALVAREZ, F. J.; FERREIRO, H. M. et al. Rumen function in cattle given sugar cane. **Tropical Animal Health and Production**. v.2, p.260-272, 1977.
- WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. The rumen protozoa. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.73-139.
- WILLIAMS, P. P.; DINUSSEN, W. E. Ruminal volatile fatty acid concentrations and weight gains of calves reared with and without ruminal ciliated protozoa. **Journal of Animal Science**. v:36, p.588-591. 1973.
- YOKOYAMA, M. T.; JOHNSON, K. A. Microbiologia del rumen e intestino. In: CHURCH, C. D. **El Ruminante: fisiología digestiva e nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1988. p.137-157.