



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=493>>.

Microbiologia do rúmen – fauna ruminal

Ana Paula de Souza Fortaleza¹, Fernando Luiz Massaro Júnior² e Leandro das
Dores Ferreira da Silva³

¹ Zootecnista, Doutoranda do curso de Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina – UEL. Autora para correspondência. Departamento de Zootecnia. CCA – UEL, Caixa Postal 6001, CEP 86051-970 Londrina- PR

² Zootecnista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação da UEL.

³ Professor Doutor do Departamento de Zootecnia da UEL

RESUMO

A população de protozoários ciliados, ou seja, a fauna ruminal, associada às bactérias e fungos constitui uma importante fração microbiana do ecossistema ruminal. O verdadeiro papel desses microorganismos unicelulares na nutrição do hospedeiro ainda não está bem definido, sabe-se que qualquer efeito, direto ou indireto, que os protozoários ciliados tenham sobre a nutrição do hospedeiro, resultam de alterações que eles promovem no metabolismo ruminal. O objetivo desta revisão de literatura é reunir dados a respeito de protozoologia ruminal, abordando os benefícios da presença de protozoários ao

hospedeiro e os principais fatores responsáveis pela manutenção e composição da fauna ruminal.

Palavras-chave: protozoários, pH, degradabilidade, bovinos, ovinos.

Ruminal microbiology – ruminal fauna

SUMMARY

The ciliate protozoa population, therefore, the ruminal fauna, associated with the bacterium and fungus constitutes an important microbial fraction of the ruminal ecosystem. The really role of these micro-organisms with only one cell on the host nutrition, has not been very good defined yet, knowing that whatever direct or indirect effect that the ciliate protozoa have about the host nutrition, results of alterations that they promote on the ruminal metabolism. The objective of this literature revision is reunite basic facts about ruminal protozoology, boarding the protozoa presence benefits to the host and the mainly factores responsible by the maintenance and composition of the ruminal fauna.

Key-words: protozoa, pH, degradability, cattle, sheep.

INTRODUÇÃO

Os ruminantes possuem estômago composto formado por pré-estômagos não secretórios, denominados proventrículo, e um compartimento secretório, o abomaso, responsável pela digestão química (LEEK, 1996).

O proventrículo é dividido em três compartimentos: rúmen, retículo e omaso que, em conjunto representam aproximadamente 14,5 % do peso vivo de um bovino adulto. O rúmen desempenha funções complexas incluindo funções de digestão, síntese e absorção (LUCCI, 1997). Porém, não é o rúmen

que faz a digestão de nutrientes como a celulose e a proteína ou a síntese de aminoácidos e vitaminas, quem executa estas tarefas são os microrganismos presentes neste órgão.

O rúmen é um ecossistema aberto e contínuo (ALLISON, 1996), proporcionando ambiente ideal para a manutenção de uma população microbiana estável (LOPES et al., 2002): presença de um substrato fermentescível sempre a disposição dos microrganismos; temperatura estável, em torno de 40,5° C; pH estável, variando entre 5,5 a 6,8; umidade ideal em torno de 80 a 90 % e condições de anaerobiose que comandam o tipo de fermentação existente e impedem a propagação de microrganismos indesejáveis (LUCCI, 1997).

Aproximadamente 70 a 85 % da matéria seca digestível da ração é digerida pelos microrganismos do rúmen (COELHO da SILVA e LEÃO, 1979). Os microrganismos celulolíticos e hemicelulolíticos são responsáveis pela degradação dos carboidratos estruturais formados por unidades de glicose com ligações β -1 (celulose) e unidades de xilose com ligações β -1 (hemicelulose). Esses compostos são degradados lentamente no rúmen e convertidos em ácidos graxos voláteis (AGV). Nos grãos o principal carboidrato é o amido, constituído de glicose com ligações α -1, as quais são rapidamente degradadas por microrganismos celulolíticos em AGV e ácidos metabólicos, particularmente o ácido láctico (LEEK, 1996). A atividade proteolítica do rúmen é, essencialmente, função dos microrganismos, devido à ausência de secreção de enzimas capazes de digerir a proteína neste compartimento (COELHO da SILVA e LEÃO, 1979). Os produtos da fermentação das proteínas são AGV e amônia, que é convertida em compostos nitrogenados dos microrganismos e o excesso absorvido pela parede do rúmen (LEEK, 1996).

De acordo com Warner (1962), citado por Church (1974), o protoplasma microbiano pode constituir 10 % do conteúdo ruminal. As principais classes de microrganismos encontrados neste órgão são bactérias, protozoários e fungos. Estes microrganismos não estão dispostos de forma homogênea, mas

distribuídos em uma fase líquida, uma fase sólida e nas paredes do rúmen (LUCCI, 1997).

Gall e Huhtanen (1950), citados por Church (1974), sugeriram, após estudar 5000 culturas bacterianas isoladas do rúmen, que para considerar determinada espécie de microrganismo como típica do rúmen, os seguintes critérios devem ser satisfeitos: a) o microrganismo deve ser capaz de viver anaerobicamente; b) deve ser capaz de produzir um tipo de produto final que se encontre no rúmen e c) deve haver, no mínimo, 10^6 células/g de líquido ruminal, este último item, segundo os mesmos autores, não pode ser aplicado aos protozoários.

Protozoários do rúmen

De acordo com Coelho da Silva e Leão (1979) os protozoários do rúmen foram identificados pela primeira vez em 1843 por Gruby e Delafond. Embora existam alguns flagelados, a maior parte dos protozoários ruminais, pertencem ao filo Ciliophara, o maior e mais homogêneo dentre os principais grupos de protozoários, dotados de cílios ou estruturas ciliares compostas, com função de organelas locomotoras ou de obtenção de alimento (BARNES, 1990).

Calcula-se que os ciliados representem cerca de 2 % do peso do conteúdo ruminal, 40 % do nitrogênio microbiano e proporcionem 60 % dos produtos da fermentação microbiana neste órgão (YOKAYAMA e JOHNSON, 1988).

A classificação dos protozoários se baseia na morfologia da célula, pois são organismos suficientemente grandes permitindo visualizar com facilidade suas principais estruturas celulares características (CHURCH, 1974).

Os protozoários pertencentes à subclasse Holotrica possuem morfologia simples (LUCCI, 1997), se movem rapidamente, são maiores e possuem cílios sobre toda superfície da célula, as espécies pertencentes aos gêneros *Isotricha* e *Dasytricha* pertencem a esta subclasse (FRANZOLIN e FRANZOLIN, 2000).

As espécies de *Isotricha* e *Dasytricha* fermentam carboidratos solúveis, armazenando-os na forma de amilopectina, produzindo ácido acético, butírico, láctico e, em menor quantidade, ácido propiônico. Produzem também oxigênio e dióxido de carbono, além disso, algumas espécies como *Dasytricha ruminantium* produzem também metano (CHURCH, 1974). Estes microrganismos estão presentes, em maior quantidade, no rúmen de animais alimentados com rações ricas em açúcares solúveis.

Entodinium sp, *Epidinium* sp, *Diplodinium* sp, são espécies pertencentes à subclasse Oligotrica, organismos de morfologia complexa, dotados de alas de cílios e placas esqueléticas (LUCCI, 1997). As espécies do gênero *Entodinium* caracterizam-se por apresentar uma simples banda de cílios oral (zona adoral), enquanto os microrganismos do gênero *Diplodinium* apresentam uma segunda zona de cílios (zona esquerda), localizada na parte anterior da célula, paralela à zona adoral (FRANZOLIN e FRANZOLIN, 2000). Estes microrganismos utilizam o amido e alguns, como por exemplo, *Diplodinium dentatum*, são capazes de degradar a celulose (CHURCH, 1974).

Dehority (1991) afirmou que as espécies de protozoários pertencentes ao gênero *Entodinium* predominam na fauna ruminal da maioria dos ruminantes localizados em diferentes países, chegando a compor 80 a 90 % da população total.

Importância dos protozoários

Um dos grandes pontos a ser elucidado em protozoologia do rúmen é o real papel da população de ciliados no rúmen. Alguns autores (JOUANY et al. 1988; SANTRA e JAKHMOLA, 1998; LOPES et al., 2002) têm estudado os efeitos da defaunação sobre o ecossistema ruminal, encontrando decréscimos nas digestibilidades ruminal e total da matéria orgânica, matéria seca e, principalmente, das frações fibrosas das dietas fornecidas aos animais defaunados.

Lopes et al. (2002), estudando os efeitos da defaunação em ovinos alimentados com cana-de-açúcar adicionada de uréia, verificaram valores de digestibilidade dos nutrientes sempre mais favorável aos ovinos faunados, o que, de acordo com os autores, explica o baixo consumo de matéria seca dos animais defaunados em relação aos faunados, 45,1 e 57,7g/kg^{0,75}/dia, respectivamente.

Abou Akkada e el-Shazly (1964), citados por Church (1974), mantiveram cordeiros isolados do nascimento à quinta semana de idade com a finalidade de defaunar estes animais. Após este período, metade dos animais foi inoculada com conteúdo ruminal de animais faunados, os autores observaram que os animais providos de protozoários ganharam mais peso em relação aos defaunados. A retenção de nitrogênio foi de 51 % nos cordeiros faunados e 40 % nos animais livres de protozoários, isto porque estes animais apresentaram maiores perdas de nitrogênio na urina.

Borhani et al. (1967), citados por Church (1974), em experimento com bubalinos faunados e defaunados, observaram quantidades mais baixas de AGV e nitrogênio amoniacal no rúmen dos animais defaunados, indicando uma reduzida degradação da proteína dietética, porém não foram encontradas diferenças na quantidade de uréia e açúcares redutores do sangue.

Orpin (1984) citou a importância dos holótricos no processo de digestão da lamela média. Segundo o autor, as enzimas pectinolíticas extracelulares produzidas por estes microrganismos facilitam o acesso de outros microrganismos celulolíticos como bactérias e protozoários ciliados do gênero *Epidinium*, que engolfam fibras e digerem celulose, hemicelulose e pectina, acelerando o processo de fermentação das frações fibrosas.

Vários estudos de protozoologia ruminal demonstram a presença de atividade hemicelulolítica e celulolítica nos protozoários ciliados, especialmente nos entodiniomorfos. Gupta et al. (1990) verificaram maior digestibilidade *in vitro* da celulose no fluido ruminal de búfalos faunados em relação aos animais defaunados. Jouany e Senaud (1979) observaram aumento significativo da digestibilidade da lignocelulose, de 3 a 10 %, devido à presença dos ciliados no

rúmen. Lopes et al. (2002) verificaram degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) maior nos animais faunados, 46,7 e 48,10 %, respectivamente, em relação aos defaunados, respectivamente 20,22 e 23,17 %. Os autores afirmam que a presença de protozoários no rúmen permitiu a manutenção de um ambiente estável e adequado à digestão *in situ* dos componentes da parede celular, aumentando a taxa de passagem e auxiliando na redução do efeito da FDN sobre a repleção ruminal. Outros autores (ORPIN, 1984; DE SMET et al., 1992; SANTRA e JAKHMOLA, 1998) também relataram diferenças nos valores das taxas de degradação em favor de animais faunados, comprovando que a digestão de fibras vegetais é mais rápida na presença de protozoários ciliados.

De acordo com Ryle e Ørskov (1987) os holótricos contribuem também de forma indireta para a digestão da celulose. A partir da ingestão do alimento, partículas danificadas dos tecidos das plantas liberam conteúdo celular que atraem esses microrganismos por quimiotaxia. Em aproximadamente cinco minutos 90 % dos holótricos encontram-se associados a essas partículas danificadas (ORPIN, 1984), metabolizando carboidratos solúveis, principalmente sacarose (BONHOMME, 1990), até sua exaustão do meio. Esses açúcares são armazenados intracelularmente como polímeros de reserva e, posteriormente, fermentados de um modo mais lento para produzir AGV. Por esse mecanismo tamponante, a maior parte dos carboidratos rapidamente fermentáveis é excluída da ação bacteriana, modulando e prolongando o período de fermentação ruminal (BONHOMME, 1990), evitando quedas pós-brandiais bruscas no pH, e favorecendo o contínuo desenvolvimento de microrganismos celulolíticos (SANTRA e JAKHMOLA, 1998). Esses dados afirmam a importância dos ciliados na degradação ruminal da parede celular (VIEIRA, 1986).

Fatores que afetam a composição da fauna ruminal

Vários fatores podem afetar a composição da fauna ruminal, tanto em relação ao número de protozoários, quanto em relação às espécies (CHURCH, 1974).

A maioria dos resultados experimentais têm demonstrado maior número de protozoários do gênero *Entodinium*, representando 90 % da concentração da população total em bovinos e ovinos. Entretanto, Franzolin (1996) observou proporções maiores de protozoários do gênero *Diplodinium* e *Epidinium* para bubalinos, enquanto nos bovinos prevaleceram as espécies maiores do gênero *Dasytricha* e *Entodinium*, indicando existir grande variação na população de protozoários ciliados no rúmen em diferentes espécies.

Dehority e Purser (1970) relataram grande variação no número de holótricos no conteúdo ruminal de ovinos recebendo mesma dieta e submetidos ao mesmo manejo, indicando que fatores intrínsecos ao animal podem influenciar o número de protozoários presentes no rúmen. Franzolin e Dehority (1996) observaram variabilidade individual na fauna ruminal entre cinco novilhos fistulados alimentados com dietas ricas em concentrados durante mais de 30 semanas, existindo dois grupos distintos quanto ao comportamento da população de protozoários nas mesmas condições.

Purser e Moir (1966) investigaram o consumo de água e volume ruminal como possíveis fatores que afetam a composição da fauna e encontraram uma associação negativa entre número de protozoários e consumo de água. Em experimento realizado com ovinos, Dehority e Purser (1970) restringiram o consumo de água dos animais a um L/dia e verificaram um aumento no número de protozoários holótricos até a segunda semana, quando então ocorreu um decréscimo abrupto na quantidade destes microorganismos no rúmen, indicando, de acordo com os autores, que a diminuição no consumo de água pode não ser compatível com a manutenção dos protozoários no rúmen, provavelmente por afetar a umidade ruminal.

O nível e o tipo de alimentação também estão envolvidos indireta ou diretamente na composição e manutenção da fauna ruminal. Potter e Dehority (1973), citados por Franzolin e Dehority (1996), concluíram que o estabelecimento de altas concentrações de protozoários ocorre mais facilmente em condições de menor ingestão alimentar devido à baixa taxa de passagem do líquido ruminal. Christiansen et al. (1964), citado por Church (1974), em experimento com ovinos sob dietas com grande quantidade de concentrado, verificaram defaunação após duas semanas de alimentação em animais sob alto nível de ingestão alimentar, enquanto a população de ciliados permaneceu alta nos animais sob baixo nível de ingestão. Os autores concluíram que a defaunação ocorreu provavelmente devido ao aumento da taxa de passagem da digesta pelo rúmen. Alimentação com dietas ricas em concentrado, especialmente em altas ingestões, reduz a retenção de fibra no rúmen e pode provocar a eliminação de protozoários por “lavagem” (VAN SOEST, 1994). Crowford et al. (1980) observaram diminuição do número de protozoários com taxa de passagem de sólidos maior que 0,045/h.

Vários experimentos têm demonstrado a influência da frequência de alimentação na concentração de protozoários. Moir e Somers (1957) verificaram aumento no número de protozoários no rúmen de ovinos quando alimentados quatro vezes ao dia em relação aos animais alimentados uma única vez. Purser (1961) verificou uma diminuição da flora ruminal de aproximadamente cinco vezes quando os ovinos foram alimentados uma única vez ao dia em relação àqueles que receberam ração três vezes ao dia. Estes mesmos autores sugerem que o número de protozoários pode ser controlado por fatores físicos como, por exemplo, a diluição do conteúdo ruminal resultante da alimentação ou consumo de água.

O pH do rúmen tem papel decisivo na manutenção da fauna ruminal e muitos fatores como, por exemplo, mastigação, ruminação, movimentos da parede do rúmen, fermentação dos nutrientes, crescimento microbiano etc., podem influenciar o pH do rúmen ao longo do dia (FRANZOLIN e DEHORITY, 1996). Segundo Hungate (1966), todos os protozoários são rapidamente

eliminados em acidez muito elevada no rúmen e, em culturas controladas por pH, não sobrevivem em exposição prolongada à acidez fora da faixa entre 5,5 a 8,0.

Purser e Moir (1959) verificaram que a população de protozoários em ovelhas adultas diminuía abruptamente quando o pH ruminal era de 5,4. Franzolin e Dehority (1996) obtiveram defaunação em ovinos alimentados com dietas concentradas quando os valores de pH no rúmen foram inferiores a 5,5 por um período diário mínimo de 15 horas, porém houve sobrevivência de *Entodinium* sp nessas condições em animais sob baixo consumo, podendo indicar certa adaptação de ciliados a valores de pH baixos. A extensão na depressão do pH e o período durante o qual prevalecem condições de acidez parecem ser os maiores fatores no controle da concentração de protozoários ciliados no rúmen (PURSER e MOIR, 1959).

Valores mínimos de pH ruminal de 12 a 14 horas após a alimentação foram relatados por vários autores. A diminuição do pH ruminal ocorre principalmente após a ingestão rápida de alimento, no caso de grãos de cereais moídos, por secreção salivar insuficiente para a manutenção do pH entre 6 e 7, e a inadequada estrutura física para estimular a motilidade ruminal e a ruminação (Ørskov, 1986).

Bürger et al. (2000), em experimento realizado com bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado, verificaram que os valores de pH apresentaram comportamento quadrático em função dos tempos de coleta, estimando-se os valores de 6,10; 5,89; 5,67; 5,46; 5,25, às 11,3 horas após a alimentação, para os níveis de 30, 45, 60, 75 e 90 % de concentrado, respectivamente. A concentração de protozoários ruminais foi reduzida linearmente com o aumento dos níveis de concentrado na dieta. O mesmo efeito foi relatado em experimento realizado por Bird et al. (1979) onde ovinos alimentados com resíduos de aveia e suplementados com quatro níveis de concentrado à base de farinha de peixe apresentaram redução na contagem de protozoários ruminais de 80×10^4 para 49×10^4 células/mL. Esses resultados estão em consonância com os obtidos por Dijkstra (1994), o

qual afirmou que o fornecimento de rações com altos níveis de concentrado provocou redução drástica e até o desaparecimento dos protozoários ruminais. O autor citou, entre as causas de degeneração e lise de protozoários, as dietas com altos níveis de carboidratos fermentáveis pela inabilidade desses microrganismos em controlar o excesso de engolfamento dos substratos solúveis e a conseqüente fermentação ácida intracelular.

A composição da dieta influencia, de forma significativa, a composição da fauna ruminal, e diversos estudos têm demonstrado tal influência. Church (1974) verificou que os protozoários holótricos se encontram em altas concentrações em animais alimentados com feno ou forragens ricas em açúcares solúveis. Franzolin et al. (2000) verificaram uma diminuição linear no número de protozoários e de *Entodinium* no conteúdo ruminal de ovinos alimentados com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho.

Segundo Leng e Preston (1976) as dietas com cana-de-açúcar indicam população de protozoários dividida entre holótricos (*Isotricha* e *Dasytricha*) e *Entodinium*, porém, em termos de biomassa, os holótricos prevalecem (MINOR, et al. 1977), isto devido ao fato de serem 100 vezes maiores em relação aos oligótricos (LUCCI, 1997). Minor et al. (1977), utilizando bovinos alimentados com cana-de-açúcar *ad libitum* e uréia, durante dois meses, observaram concentrações de $2,48 \times 10^5$ de holótricos e $3,0 \times 10^5$ de oligótricos por mL de líquido ruminal. Valdez et al. (1997) observaram número elevado de protozoários ruminais, com predominância de *Isotricha intestinalis* e *Dasytricha ruminantium* em animais alimentados com cana-de-açúcar. A ingestão de dieta à base de cana-de-açúcar exige prolongado tempo de mastigação e ruminação, promovendo abundante produção de saliva, que resulta em valores de pH altos e razoavelmente constantes, favorecendo a sobrevivência de muitas espécies de protozoários (RYLE e ØRSKOV, 1987).

Em dietas com cana-de-açúcar, ocorre grande contribuição dos protozoários para a biomassa do rúmen, indicando que os protozoários não deixam o órgão em quantidade significativa para a nutrição do hospedeiro (LENG e PRESTON, 1976). Além disso, há um baixo aproveitamento da

proteína microbiana na forma de protozoário pelo hospedeiro, devido ao fato de as espécies menores escaparem da fermentação ruminal.

Migração e seqüestro de protozoários ciliados no rúmen

Seqüestro e migração de protozoários ciliados no rúmen pertencentes ao gênero *Isotricha* e *Dasytricha* têm sido observado em algumas espécies de ruminantes (DEHORITY e TIRABASSO, 1989). Isso significa que são capazes de se alojar em nichos específicos no rúmen e retículo após determinado tempo da alimentação, migrando de volta para o interior do conteúdo ruminal quando o animal reinicia nova alimentação.

Franzolin e Franzolin (2000), em experimento com búfalos e bovinos, não observaram interação entre as espécies animais e o tempo de amostragem para os diferentes grupos de protozoários estudados, demonstrando haver comportamento semelhante na fauna ruminal entre búfalos e bovinos. Porém foi verificada diferença entre os tempos de amostragem para o gênero *Isotricha* e *Dasytricha*, com aumento na concentração média dos holótricos de $4,29 \times 10^4$ /mL no tempo 0 (antes da alimentação) para $6,21 \times 10^4$ /mL após a alimentação, representando aumento de 44,7%. Abe et al. (1981), em experimento semelhante, concluíram que os holótricos são seqüestrados nas paredes do retículo, migrando para o conteúdo ruminal na alimentação, em função da resposta quimiostática pelos nutrientes solúveis, sendo possivelmente deslocados devido às fortes contrações do retículo associadas à alimentação.

De acordo com Dehority e Tirabasso (1989), o seqüestro dos protozoários pode ocorrer em razão desses microorganismos absorverem grande quantidade de grãos de amido, tornando-os mais pesados, tendendo a permanecer nas porções mais ventrais do rúmen.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Determinações da concentração e composição da fauna ruminal, sob diversos tipos de alimentação, são importantes para a elucidação da presença dos protozoários no rúmen e suas relações com o hospedeiro. As publicações revisadas indicam que os protozoários exercem efeitos no metabolismo ruminal, melhorando o ganho de peso, provavelmente devido a maior digestibilidade, juntamente com níveis mais altos de AGV produzidos no rúmen, indicativo de uma melhor e mais completa digestão ruminal.

A composição da fauna ruminal é diferente de espécie para espécie, por exemplo, bovinos apresentam maior concentração de protozoários ciliados por mL de conteúdo ruminal em relação aos bubalinos. O pH do rúmen, a composição da dieta e a frequência de alimentação, também são fatores que afetam a composição da fauna ruminal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, M.; et al. Sequestration of Holotrich Protozoa in the Reticulo-Rumen of Cattle. **Applied and Environmental Microbiology**, Bangor, v. 41, n. 4, p.758-765, 1981.

ALLISON, M. J. Microbiologia do Rúmen e Intestinos Delgado e Grosso. In: SWENSON, M. J.; WILLIAM, O. R. (Ed.) **Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 380-389.

BARNES, R. D. Protozoários. In_____. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 1990. p. 13-77.

BIRD S.H. et al. The Effects of Defaunation on the Rumen on the Growth of Lambs on Low-Protein-High-Energy Diets. **Brazilian Journal of Nutrition**, Campinas, v. 42, n. 1, p.81-87, 1979.

BONHOMME, A. Rumen ciliates: their metabolism and relationships with bacteria and their hosts **Animal Feed Science and Technology**, Uppsala., v.30, n. 3, p.203-266, 1990.

BÜRGER, P. J. et al. Fermentação Ruminal e Eficiência Microbiana em Bezerros Holandeses Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p.239-245, 2000.

CHURCH, D. C. Microbiologia del Rúmen. In_____. **Fisiologia Digestiva y Nutricion de los Ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1974. p. 184-224.

Fortaleza, A.P.S., Massaro Júnior, F.L. e Silva, L.D.F. Microbiologia do rúmen – fauna ruminal. PUBVET, Londrina, V. 3, N. 3, Art#493, Jan 3, 2009.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. São Paulo: Livroceres, 1979. 232 p.

CROWFORD, J. R. ; et al. Effects of Solids and Liquid Flows on Fermentation in Continuous Cultures. I. Dry Matter and Fiber Digestion, VFA Production and Protozoa Number. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, n. 4, p. 975-985, 1980.

DEHORITY, B. A.; PURSER, D. B. Factores Affecting the Establishment and Numbers of Holotrich Protozoa in the Ovine Rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 3, n. 30, p. 445-449, 1970.

DEHORITY, B.A.; TIRABASSO, P.A.. Factors Affecting the Migration and Sequestration of Rumen Protozoa in Family Isotrichiidae. **Journal of General Microbiology**, Bangor, v. 135, n. 3, p. 539-548, 1989.

DEHORITY, B.A. Rumen Protozoology. Wooster: OARDC/OSU, 1991, 276 p.

DE SMET, S.; DEMEYER, D.I.; VAN NEVEL, C.J. Effect of Defaunation and Hay: Concentrate Ratio on Fermentation, Fibre Digestion and Passage in the Rumen of Sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Uppsala, v.37, p.333-344, 1992.

DIJKSTRA, J. Simulation of the Dynamics of Protozoa in the Rumen. **Brazilian Journal of Nutrition**, Campinas, v. 72, n. 5, p. 679- 699, 1994.

FRANZOLIN, R. Comparação da Fauna Ruminal e da Degradabilidade da Dieta entre Bubalinos e Bovinos Zebuínos Alimentados à Base de Cana-de-Açúcar. **Pirassununga: USP, 1996. 120 p. Tese (Livro-Docência em Ciência Animal). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual de São Paulo.**

FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B. A. Efeitos do pH Ruminal e Ingestão Alimentar na Defaunação em Ovinos sob Rações Concentradas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1207-1215, 1996.

FRANZOLIN, M. H. T.; et al. Efeitos de Rações com Níveis Crescentes de Cana-de-Açúcar em Substituição à Silagem de Milho sobre a População de Protozoários Ciliados no Rúmen de Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1207-1020, 2000.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População Protozoários Ciliados e Degradabilidade Ruminal em Búfalos e Bovinos Zebuínos sob Dietas à Base de Cana-de-Açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1853-1861, 2000.

GUPTA, M., et al. Effect of Defaunation and Different Rations on in-vitro Cellulose Digestion in Buffaloes. **The Indian Journal of Animal Sciences**, Nova Deli, v 60, n. 6, p.748-749, 1990.

HUNGATE, F. E. **The Rumen and its Microbics**. London: Academic Press, 1966.

JOUANY, J.P.; SENAUD, J. Role of Rumen Protozoa in the Digestion of Food Cellulosic Materials. **Annales de Recherches Vétérinaires**, Paris, v. 10, n.2, p. 261-263, 1979.

Fortaleza, A.P.S., Massaro Júnior, F.L. e Silva, L.D.F. Microbiologia do rúmen – fauna ruminal. *PUBVET*, Londrina, V. 3, N. 3, Art#493, Jan 3, 2009.

JOUANY, J.P. et al. Effect of Defaunating the Rumen. **Animal Feed Science and Technology**, Uppsala, v.21, n. 1, p.229-265, 1988.

LEEK, B. F. Digestão no Estômago de Ruminantes. In: SWENSON, M. J.; WILLIAM, O. R. (Ed.) **Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 353-379.

LENG, A.R.; PRESTON, T.R.. Sugar Cane for Cattle Production: Presents Constraints Perspectives and Research Priorities. **Tropical Animal Production**, Mérida, v. 1, n. 1, p. 1-22, 1976.

LOPES, F. C. F. et al. Efeitos da Defaunação em Ovinos Alimentados com Cana-de-Açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) Adicionada a Uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, Belo Horizonte, v. 54, n. 2, p. 180-188, 2002.

LUCCI, C. de S. **Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. 169 p.

MINOR, S.; et al. Studies on Digestion in Different Sections of the Intestinal Tract of Bulls Fed Sugar Cane/Urea with Different Supplements. **Tropical Animal Production**, Mérida, v. 2, n. 1, p. 163-174, 1977.

MOIR, R. J.; SOMERS, M. Ruminal flora studies. VIII. The Influence of Rate and Method of Feeding a Ration upon its Digestibility, upon Ruminal Function and upon the Ruminal Population. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 1, p. 253-259, 1957.

ORPIN, C.G. The Role of Ciliate Protozoa and Fungi in the Rumen Digestion of Plant Cell Walls. **Animal Feed Science and Technology**, Uppsala, v.10, n. 2, p.121-143, 1984.

ØRSKOV, E.R. Starch Digestion and Utilization in Ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.

PURSER, D. B.; MOIR, R. J. Ruminal Flora Studies in the Sheep. IX. The Effect of pH on the Ciliate Population of the Rumen *in vivo*. **Australian Journal Agriculture Research**, Collingwood, v. 10, n. 2, p. 555-564, 1959.

PURSER, D. B. A Diurnal Cycle for Holotrich Protozoa of the Rumen. **Nature**, New York, n. 190, p. 831-837, 1961.

PURSER, D. B.; MOIR, R. J. Variations in Rumen Volume and Associated Effects as Factors Influencing Metabolism and Protozoa Concentrations in the Rumen of Sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 3, n. 25, p. 516-520, 1966.

RYLE, M.; ØRSKOV, E.R. Rumen ciliates and tropical feeds. **World Animal Review**, New York, v.64, p.21-30, 1987.

SANTRA, A.; JAKHMOLA, R.C. Effect of Defaunation on Animal Productivity. **Journal of Applied Animal Research**, Izatnagar, v.14, n. 1, p.103-116, 1998.

VALDEZ, R.E.; et al.. Rumen Function in Cattle Given Sugar Cane. **Tropical Animal Production**, Mérida, v. 2, n. 1, p. 260-272, 1997.

Fortaleza, A.P.S., Massaro Júnior, F.L. e Silva, L.D.F. Microbiologia do rúmen – fauna ruminal. PUBVET, Londrina, V. 3, N. 3, Art#493, Jan 3, 2009.

VAN SOESTE, P. J. **Nutricional Ecology of the Ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VIEIRA, D.M. The Role of Ciliate Protozoa in Nutrition of the Ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, n. 5, p.1547-1560, 1986.

YOKOYAMA, M.T.; JOHSON, K.A. Microbiologia del Rumen e Intestino. In: CHURCH, C.D. **El Rumiante: Fisiología Digestiva e Nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. p.137-157.