

População Protozoários Ciliados e Degradabilidade Ruminal em Búfalos e Bovinos Zebuínos sob Dieta à Base de Cana-de-Açúcar¹

Raul Franzolin², Maria Helena Tieghi Franzolin³

RESUMO - Três búfalos e três bovinos zebuínos adultos com cânulas ruminais foram alimentados à vontade com dieta de cana-de-açúcar fresca e picada, suplementada com 3 kg de concentrado/animal, durante 13 semanas. Após duas semanas de adaptação, amostras do conteúdo ruminal foram coletadas semanalmente, em dois tempos de amostragem: antes da alimentação e 40 minutos após para determinação da concentração e composição da fauna ruminal. Na quinta semana do experimento, os conteúdos ruminais foram misturados e reinoculados entre animais de mesma espécie e, na última semana, estimadas as degradabilidades *in situ* da MS, PB e FDN da cana-de-açúcar e MS e PB do concentrado. A concentração média de protozoários foi maior em bovinos, de $4,85 \times 10^5$ /mL, que em búfalos, de $3,82 \times 10^5$ /mL. As composições genéricas para *Entodinium* e subfamília *Diplodiniinae* foram 79,2 e 6,2% em bovinos e 32,0 e 54,9% em búfalos, respectivamente. Não houve interação significativa entre espécies animais e tempo de amostragem. Houve aumento da concentração média dos holotricos após 40 minutos da alimentação. As degradabilidades efetivas dos nutrientes estudados foram semelhantes entre as duas espécies animais, observando-se diferenças na cinética da degradação. Concluiu-se que os búfalos apresentaram menor concentração de ciliados no rúmen, maior composição de *Diplodiniinae* e menor de *Entodinium* que os bovinos; os holotricos exibiram capacidade de migração e seqüestro no rúmen em ambas as espécies; e as diferenças na fauna ruminal não influenciaram a degradabilidade efetiva dos nutrientes da cana-de-açúcar e do concentrado.

Palavras-chave: bovino, búfalo, cana-de-açúcar, degradabilidade, protozoários do rúmen

Rumen Ciliate Protozoa and Degradability in Buffalo and Zebu Cattle Fed a Sugar Cane Based Diet

ABSTRACT - Three rumen cannulated buffaloes (*Bubalus bubalis*) and three zebu cattle (*Bos indicus*) were fed chopped sugar cane ad libitum and 3 kg of concentrate/animal/day during 13 weeks. After two weeks of adaptation, samples of rumen contents were weekly collected at two times: just before feeding and 40 minutes after feeding to measure the concentration and composition of ruminal fauna. Ruminal contents were mixed and re inoculated among animals from the same species after five weeks of trial starting. During the last week, degradability of DM, CP, and NDF of sugar cane and DM and CP of the concentrate were determined by in situ technique. The average concentration of total protozoa was higher in cattle (4.85×10^5 /mL) than in buffaloes (3.82×10^5 /mL). Percent generic composition for *Entodinium* and subfamily *Diplodiniinae* was 79.2 and 6.2% in cattle and 32.0 and 54.9% in buffaloes, respectively. There was no interaction between animal species and sampling time. Holotrich concentration increased after 40 minutes of feeding. No difference was observed between buffaloes and cattle in effective degradability of the studied nutrients with differences being observed in degradation kinetic. The buffaloes had lower concentration of rumen protozoa, higher composition of *Diplodiniinae* and lower *Entodinium* than cattle. The Holotrich species exhibited capacity of migration and sequestration within the rumen of both species; and differences in ruminal fauna did not show influence on effective degradability of sugar cane and concentrate nutrients.

Key Words: buffalo, degradability, rumen protozoa, sugar cane, zebu cattle

Introdução

Um dos grandes pontos a ser elucidado em protozoologia de rúmen é o real papel da população de ciliados no rúmen. Determinações da concentração e composição da fauna em ruminantes, sob diversos tipos de alimentação, são importantes para a elucidação

da presença dos protozoários no rúmen e suas relações com o hospedeiro. BIRD et al. (1979) e FRANZOLIN (1988) observaram que os ciliados do gênero *Entodinium* representaram cerca de mais de 90% da população de ciliados no rúmen de ovinos alimentados com cana-de-açúcar, enquanto VALDEZ et al. (1977) verificaram, em bovinos alimentados

¹ Pesquisa financiada pelo CNPq.

² Professor Associado do Departamento de Zootecnia da FZEA/USP, Campus de Pirassununga, 13630-000 - Pirassununga - SP. E.mail: rfranzol@usp.br

³ Zootecnista, Doutora pela FMVZ/UNESP- Campus de Botucatu.

com a mesma dieta, predominância dos holotricos compreendendo 95% da fauna ruminal. Os holotricos utilizam açúcares solúveis para seu metabolismo e bovinos alimentados com cana-de-açúcar tendem a ter uma população de protozoários no rúmen com predominância dos holotricos (RYLE e ØRSKOV, 1987).

De acordo com DEHORITY (1991), as espécies de protozoários pertencentes ao gênero *Entodinium* predominam na fauna ruminal da maioria dos ruminantes localizados em diferentes países, chegando a compreender entre 80-90% da população total. Entretanto, segundo FRANZOLIN (1994), búfalos têm apresentado proporção equitativa ou ainda mais elevada dos protozoários pertencentes aos gêneros da subfamília *Diplodiniinae* como *Diplodinium*, *Ostracodinium*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Polyplastron* e outros, em relação aos ciliados do gênero *Entodinium* em diversos sistemas alimentares.

Determinadas espécies de protozoários possuem capacidade de digestão de carboidratos da parede celular das plantas e, segundo BOBADILLA e ROWE (1979) e GOODING (1982), 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 matéria seca. Vários estudos de protozoologia ruminal têm mostrado a presença de atividades hemicelulolítica e celulolítica nos ciliados, especialmente nos grandes entodiniomorfos. JOUANY e SENAUD (1979) observaram aumento significativo da digestibilidade da lignocelulose, de 3 a 10%, devido à presença de ciliados no rúmen. GUPTA et al. (1990) verificaram também maior digestibilidade *in vitro* da celulose no fluido ruminal de búfalos faunados do que nos livres de protozoários. De acordo com LENG e PRESTON (1976) e RUIZ et al. (1978), apesar da grande contribuição dos protozoários na massa microbiana ruminal, há indicação 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 sob dietas à base de cana-de-açúcar.

Seqüestro e migração de população de holotricos formada por ciliados pertencentes aos gêneros *Isotricha* e *Dasytricha* no rúmen têm sido observados em algumas espécies de ruminantes (ABE et al. 1981, DEHORITY e TIRABASSO, 1989), mas não há citação em búfalos. Isso significa que estes são capazes de se alojarem em nichos específicos no rúmen-retículo após determinado tempo da alimenta-

ção, migrando de volta ao interior do conteúdo ruminal, quando o animal reinicia nova alimentação.

Há grande variação na população de protozoários ciliados no rúmen em diferentes espécies de ruminantes e mesmo entre animais de uma mesma espécie. FRANZOLIN e DEHORITY (1996) observaram variabilidade individual na fauna ruminal entre cinco novilhos fistulados alimentados com dietas ricas em concentrado durante mais de 30 semanas, existindo dois grupos distintos quanto ao comportamento da população de protozoários nas mesmas condições. Dessa forma, há grande dificuldade no esclarecimento do real papel dos protozoários no rúmen de animais sob diversos sistemas de alimentação.

O objetivo deste trabalho foi obter informações sobre o comportamento da população de protozoários ciliados no rúmen (concentração, composição e seqüestro) e da degradabilidade ruminal de nutrientes comparativamente entre as espécies bubalina e bovina sob dieta a base de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

Três búfalos da raça Mediterrâneo (*Bubalus bubalis*) e três bovinos zebuínos da raça Nelore (*Bos indicus*), adultos, fistulados no rúmen, com média de peso vivo de 576 e 563 kg respectivamente, foram utilizados num experimento de digestão ruminal desenvolvido durante 13 semanas, sendo as duas primeiras semanas utilizadas como período de adaptação dos animais à dieta.

Todos os animais foram alimentados com uma mesma dieta basal constituída de cana-de-açúcar fresca e picada, fornecida *ad libitum*, suplementada com quantidade diária de 3 kg/animal de ração concentrada contendo 18,7% de proteína bruta, composta de 42,9% de milho em grãos moídos, 30% de farelo de trigo, 23% de soja tostada moída e 4,1% de complemento mineral. A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, às 9 e 15 h, e os animais tiveram livre acesso à água.

Com a finalidade de diminuir a variação individual da fauna ruminal e melhor avaliar as duas espécies de animais estudadas, após quatro semanas de experimentação, procedeu-se à reinoculação intraespecífica de conteúdo ruminal em cada animal. Foram retirados 2,5 litros de conteúdo ruminal de cada animal e misturados separadamente por espécie animal. Logo após, 2,0 litros do inócuo bubalino foram reinoculados em cada búfalo, procedendo-se da mesma forma com os bovinos.

As coletas de amostras do conteúdo ruminal (CR)

para estudo de protozoologia foram feitas manualmente, via fístula ruminal. Para estudo de seqüestro de protozoários no rúmen, realizaram-se duas amostragens em cada período de coleta: a primeira antes da alimentação (T0) e a segunda cerca de 40 minutos após (T40). Assim, no total, foram realizadas 22 amostragens (11 períodos x 2 tempos) em cada animal. Cada amostra coletada constituiu-se de 10 mL de conteúdo ruminal, sendo adicionado igual volume de solução de formaldeído na proporção de 1:1, e foi mantida em fracos de vidros devidamente etiquetados. Posteriormente, as amostras foram coradas com verde brilhante e diluídas e os principais grupos protozoários ciliados no rúmen do gênero *Entodinium*, *Epidinium*, *Isotricha* e *Dasytricha* e subfamília *Diplodiniinae* (*Ostracodinium*, *Diplodinium*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Poliplastron*) foram identificados, classificados e contados em microscopia ótica, conforme técnica descrita por DEHORITY (1993). As espécies do gênero *Entodinium* caracterizam-se por apresentarem uma simples banda de cílios oral (zona adoral). Na subfamília *Diplodiniinae*, incluem as espécies de vários gêneros que apresentam uma segunda zona de cílios (zona esquerda), paralela à banda oral (zona adoral) localizadas na parte anterior da célula. Os holotricos apresentam cílios ao redor de toda a célula e incluem as espécies pertencentes aos gêneros *Isotricha* e *Dasytricha*.

As degradabilidades da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar e da MS e PB da ração concentrada foram realizadas conforme técnica *in situ* descrita por ØRSKOV et al. (1980). Durante a última semana do experimento, foram incubados no rúmen dos animais, por 6, 12, 24, 48 e 72 horas, via fístula, sacos de náilon (17,5 x 7,5 cm) com porosidade média de 50 mm, contendo aproximadamente 6 g de amostra de cana-de-açúcar. Procedeu-se da mesma maneira com aproximadamente 8 g de amostra da ração concentrada em 3, 6, 12, 24 e 48 horas. As amostras foram pré-secas a 65°C por 72 horas e moídas em moinho Wiley com peneira de 2,0 mm. Após a retirada dos sacos do rúmen, estes foram lavados individualmente, em água corrente, secados em estufa e pesados. Os teores de MS, PB e FDN foram determinados conforme técnicas de análises bromatológicas descritas por SILVA (1981). As estimativas da degradabilidade potencial foram obtidas por intermédio das curvas de desaparecimento dos nutrientes dos sacos, ajustadas segundo o modelo

$DP = a + b(1 - e^{-ct})$ proposto por ØRSKOV e McDONALD (1979), em que “a” é a fração solúvel; “b”, a fração potencialmente degradável; e “c”, a taxa constante de degradação de “b” em um tempo “t” de incubação. A degradabilidade efetiva foi calculada pela equação $DE = a + (bc/c+k)$, na qual k é taxa de passagem do conteúdo ruminal, assumindo valores de 0,02 e 0,05/h.

Para análise estatística dos valores da concentração da fauna ruminal, foi utilizada a análise de variância, por intermédio do modelo “split-plot” em esquema fatorial 2 x 2 x 11, compreendendo, respectivamente, os fatores espécie animal (bubalina x bovina), tempo de amostragem (T0 x T40) e períodos de amostragem (11 semanas), utilizando-se o procedimento módulo GLM do SAS (SAS, 1996). Os valores de desaparecimento dos nutrientes obtidos com os ingredientes avaliados foram analisados da mesma forma, em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas espécies animais e cinco tempos de incubação no rúmen.

Resultados e Discussão

Concentração de protozoários ciliados no rúmen

As concentrações e as composições médias da população de protozoários ciliados no rúmen em búfalos e bovinos, obtidas com todas as amostragens realizadas, podem ser observadas na Tabela 1. Houve maior concentração média ($P < 0,05$) de protozoários em bovinos, de $4,85 \times 10^5$ /mL que em búfalos, de $3,82 \times 10^5$ /mL, concordando com a maior parte das pesquisas em protozoologia ruminal comparativas entre ambas espécies animais sob diversos sistemas alimentares (SRIVASTAVA e CHATURVEDI, 1973; FRANZOLIN et al., 1990; NOGUEIRA FILHO, 1995).

Houve maior concentração ruminal de *Entodinium*, *Isotricha* e *Dasytricha* em bovinos do que em búfalos, ocorrendo o inverso em relação aos protozoários pertencentes à subfamília *Diplodiniinae* e *Epidinium* ($P < 0,05$) (Tabela 1). As diferenças acentuadas nas concentrações dos pequenos ciliados entodínios e dos grandes *Diplodiniinae* foram observadas em todos os períodos, conforme pode-se notar nas Figuras 1 e 2, respectivamente. A concentração de *Entodinium* obtida com os nelores, de $4,85 \times 10^5$ /mL foi próxima à observada por LENG et al. (1981) em zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar, de $4,0 \times 10^5$ /mL, e superior à observada por FERNANDÉZ e GILL (1980) em bovinos também alimentados com cana-de-açúcar, de $8,7 \times 10^4$ /mL. A concentração de

holotricos, de $6,84 \times 10^4/\text{mL}$, foi superior às encontradas por LENG et al. (1981), de $5,0 \times 10^4/\text{mL}$, e FERNANDÉZ e GILL (1980), de $3,17 \times 10^4/\text{mL}$. Esses dados suportam, aparentemente, as informações de LENG e PRESTON (1976), RUIZ et al. (1978), MINOR et al. (1977), VALDEZ et al. (1977) e RYLE e ØRSKOV (1987) de que os holotricos desempenham importante papel na utilização de dietas à base de cana-de-açúcar.

Composição da fauna ruminal

A distribuição média percentual dos grupos de ciliados no rúmen de búfalos e bovinos encontra-se na Tabela 1. Espécies do gênero *Entodinium* compreenderam a grande maioria da composição da fauna ruminal de bovinos (79,2%), enquanto as da subfamília *Diplodiniinae* representaram a maior parte da fauna nos búfalos (54,9%). As diferenças acentuadas na composição dos entodínios e dos *Diplodiniinae* na fauna ruminal entre as duas espécies animais foram observadas em todos os períodos de amostragem, conforme mostradas nas Figuras 1 e 2, respectivamente. A presença ruminal de *Epidinium* nos búfalos foi de 3,4%, sendo quase sete vezes maior que bovinos, de 0,5%. A composição da fauna observada em bovinos está de acordo com os dados obtidos por BIRD et al. (1979) e FRANZOLIN (1988), em ovinos alimentados sob cana-de-açúcar, e DEHORTIY (1991), para ruminantes sob diversos sistemas de alimentação. Entretanto, nos búfalos, a predominância dos *Diplodiniinae*, de 54,9%, e a baixa composição dos protozoários *Entodinium*, 32%, contrariaram a citação de DEHORITY (1991) de que, em geral, cerca de 90% da fauna de ruminantes é formada de entodínios, sendo necessária a complementação da afirmativa da exceção observada nos búfalos, confirmando a citação de FRANZOLIN (1994) e os posteriores achados de NOGUEIRA FILHO (1995), FRANZOLIN (1996), FRANZOLIN et al. (1997) e FRANZOLIN e DEHORITY (1999) de que os búfalos têm apresentado composição da fauna ruminal diferente da observada em bovinos sob diferentes tipos de alimentação, mantendo porcentagens mais elevadas de ciliados da subfamília *Diplodiniinae* na fauna total do que aquelas freqüentemente encontradas em bovinos.

De acordo com WILLIAMS (1986), os estudos sobre a contribuição dos ciliados no metabolismo ruminal devem considerar as concentrações das populações e o percentual das diferentes espécies existentes na biomassa ruminal, pois os holotricos,

embora, em geral, estejam presentes em apenas 5% da comunidade total de ciliados no rúmen, representam cerca de 35% do volume total ou 40% do nitrogênio da biomassa de protozoários. Segundo CLARKE et al. (1982), a biomassa dos grandes protozoários é cerca de 60 a 100 vezes a biomassa dos pequenos ciliados no rúmen. Assim, no presente trabalho, embora os búfalos tenham apresentado menor concen-

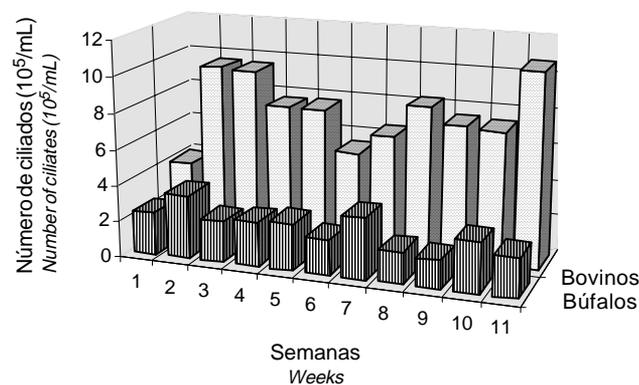


Figura 1 - Concentração média de ciliados do gênero *Entodinium* no rúmen de búfalos e bovinos alimentados com dieta à base de cana-de-açúcar.

Figure 1 - Average rumen concentrate of *Entodinium* ciliate in buffaloes and cattle fed a sugar cane based diet.

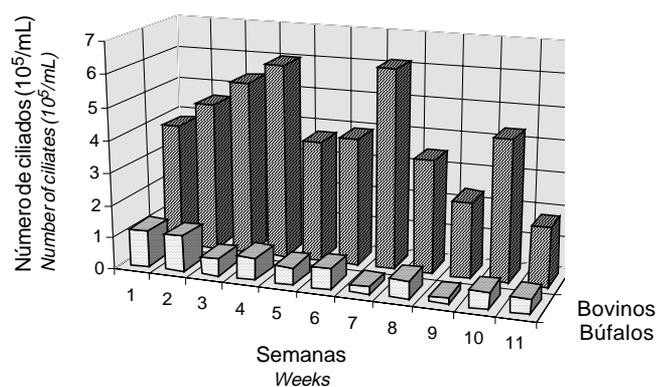


Figura 2 - Concentração média de ciliados do gênero *Diplodiniinae* no rúmen de búfalos e bovinos alimentados com dieta à base de cana-de-açúcar.

Figure 2 - Average rumen concentrate of *Diplodiniinae* ciliate in buffaloes and cattle fed a sugar cane based diet.

Tabela 1 - Concentração média (por mL de conteúdo ruminal) e composição da população de protozoários ciliados e em dois tempos de amostragens em búfalos e bovinos

Table 1 - Average rumen ciliate protozoa concentration (per ml of rumen contents) and composition according to sampling time in buffaloes and cattle

Protozoários <i>Protozoa</i>	Búfalos <i>Buffaloes</i>		Bovinos <i>Cattle</i>		Tempo de amostragem* ¹ <i>Sampling time</i> ¹			
	(x 10 ⁵)	%	(x 10 ⁵)	%	T0	%	T40	%
<i>Entodinium</i>	1,22 ^b	32,0	3,84 ^a	79,2	2,79 ^a	61,1	2,27 ^b	55,4
<i>Diplodiniinae</i>	2,09 ^a	54,9	0,30 ^b	6,2	1,28 ^a	28,0	1,11 ^a	27,1
<i>Epidinium</i>	0,130 ^a	3,4	0,024 ^a	0,5	0,066 ^a	1,4	0,088 ^a	2,2
<i>Isotricha</i>	0,126 ^b	3,3	0,346 ^a	7,1	0,184 ^b	4,0	0,288 ^a	7,1
<i>Dasytricha</i>	0,240 ^a	6,3	0,338 ^a	7,0	0,245 ^b	5,4	0,333 ^a	8,2
Total	3,81 ^b	100	4,85 ^a	100	4,57 ^a	100	4,10 ^a	100

*¹T0 - antes de alimentação, T40 - 40 minutos após alimentação.

Valores seguidos com letras subscritas diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05) entre búfalos e bovinos e entre T0 e T40.

¹ T0 - before feeding, T40 - 40 minutes after feeding.

Values in the same row with different subscript letters differ (P<.05) between buffaloes and cattle and between T0 and T40.

tração de ciliados, eles devem ter mantido maior biomassa de protozoários, devido à sua menor porcentagem dos pequenos protozoários. VALDEZ et al. (1977) e MINOR et al. (1977) observaram que os holotricos formaram a maior parte da biomassa de protozoários no rúmen de bovinos alimentados à base de cana-de-açúcar, sendo 80% de *Isotricha intestinalis* e 20% de *Dasytricha*, mas os entodínios estavam presentes no rúmen em concentração aproximada de $1,0 \times 10^5$ /mL, que foi próxima à obtida com os búfalos ($1,22 \times 10^5$ /mL) neste experimento. No presente trabalho, os holotricos nos búfalos foram constituídos por 67 e 33% dos gêneros *Dasytricha* e *Isotricha* respectivamente, enquanto, nos bovinos, os dois gêneros apresentaram a mesma proporção.

Migração e seqüestro de protozoários ciliados no rúmen

As concentrações e as composições médias da população de protozoários ciliados no rúmen, obtidas antes da alimentação e com 40 minutos após, encontram-se na Tabela 1. Não houve interação (P>0,05) entre as espécies animais e os tempos de amostragem, para os diferentes grupos de protozoários estudados, demonstrando existir comportamento semelhante na fauna ruminal entre búfalos e bovinos, quando as amostras foram coletadas antes (T0) e 40 minutos após (T40) a alimentação. Houve diferenças (P<0,05) entre os tempos de amostragem, para os gêneros *Isotricha* e *Dasytricha*. A concentração média dos holotricos aumentou de $4,29 \times 10^4$ /mL em T0 para $6,21 \times 10^4$ /mL após a alimentação, representado crescimento de 44,7%. A população do gênero *Isotricha* aumentou em 56,5% e a do gênero *Dasytricha*, em 35,9%. Estas observações suportam

os resultados de estudos de seqüestro e migração de ciliados no rúmen. ABE et al. (1981) concluíram que os holotricos são seqüestrados 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. DEHORITY e TIRABASSO (1989) também verificaram seqüestro e migração de espécies da família *Isotrichidae* no rúmen de ovinos; o número de isotricos começou a aumentar pouco antes ou no momento da alimentação e continuou ainda por 3 a 4 horas. Seus estudos indicaram claramente que o número desses ciliados no conteúdo ruminal é variável e influenciado pelo tempo de amostragem, nível e frequência de alimentação. Segundo os autores, o seqüestro pode ocorrer em razão desses protozoários absorverem grandes quantidades de grãos de amido, tornando-os mais pesados, tendendo, assim, a se estabelecer nas porções ventrais do rúmen. Assim, a frequência de alimentação de duas vezes ao dia e o tempo de amostragem após a alimentação devem ter influenciado na amplitude do efeito da migração observado. De fato, segundo WILLIAMS e COLEMAN (1992), o ciclo diurno que ocorre nos holotricos é diferente daquele existente com os entodiniomorfos; a concentração de holotricos aumenta com a alimentação, enquanto os entodiniomorfos começam a diminuir com a alimentação, aumentando até a realimentação.

Segundo VALDEZ et al. (1977), em sistemas de alimentação que promovam maior disponibilidade de carboidratos solúveis no rúmen, como o uso de cana-

Tabela 2 - Cinética da degradabilidade (%) *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar e MS e PB da ração concentrada fornecida a búfalos e bovinosTable 2 - Kinetic of *in situ* degradation of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of sugar cane and DM and CP of concentrate diet fed to buffaloes and cattle

Variáveis ¹ Variable ¹	MS DM		PB CP		FDN NDF	
	Búfalos Buffaloes	Bovinos Cattle	Búfalos Buffaloes	Bovinos Cattle	Búfalos Buffaloes	Bovinos Cattle
Cana-de-açúcar Sugar cane						
a ¹	48,09	46,82	18,07	16,20	18,72	17,38
b ²	32,71	31,00	32,74	39,80	60,05	52,91
c ³	1,80	2,2	11,5	6,7	1,4	1,8
DP ⁴	80,80	77,82	50,81	56,00	78,77	70,29
DE2 ⁵	63,58	63,06	45,96	46,85	43,34	42,44
DE5 ⁶	56,75	56,29	40,89	38,99	31,78	31,39
dpr ⁷	1,8	1,3	4,1	3,2	2,2	1,8
Ração concentrada Concentrate diet						
a ¹	34,64	41,54	37,35	48,18	-	-
b ²	49,08	47,13	36,30	18,69	-	-
c ³	4,3	2,6	6,3	4,2	-	-
DP ⁴	83,72	88,67	73,65	66,87	-	-
DE2 ⁵	68,14	68,18	64,90	60,84	-	-
DE5 ⁶	57,33	57,66	57,59	56,71	-	-
dpr ⁷	4,6	3,5	3,1	2,7	-	-

¹a = fração solúvel; ²b = fração insolúvel potencialmente degradável; ³c = taxa de degradação/h; ⁴DP = degradabilidade potencial; ⁵DE2 = Degradabilidade Efetiva (k = 0,02); ⁶DE5 = Degradabilidade efetiva (k = 0,05); ⁷dpr = desvio-padrão do resíduo.

¹a = soluble fraction; ²b = insoluble fraction potentially degradable; ³c = degradation rate/h; ⁴DP = potential degradation; ⁵DE2 = effective degradation (k = .02); ⁶DE5 = effective degradation (k = .05); ⁷dpr = residual standard deviation.

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. As maiores frequência e força das contrações ruminais após a alimentação parecem redistribuir esses protozoários no conteúdo ruminal. O seqüestro dos protozoários no rúmen tende a reduzir a taxa de passagem desses organismos para outras partes do sistema digestivo.

Degradabilidade ruminal

Não houve diferenças (P>0,05) nos valores de desaparecimento de qualquer nutriente estudado, tanto da cana-de-açúcar como da ração concentrada entre búfalos e bovinos. A cana-de-açúcar e a ração concentrada apresentaram rápidos valores de desaparecimento da matéria seca no início do período de incubação tanto em búfalos como em bovinos.

As degradabilidades estimadas e a cinética da degradação dos nutrientes avaliados da cana e da ração podem ser observadas na Tabela 2. Os valores obtidos dos parâmetros de degradabilidade com a cana-de-açúcar, em ambas as espécies, foram bem próximos, exceto para a taxa de degradação da PB, que foi quase o dobro em búfalos, de 11,5%/h contra 6,7%/h em bovinos. A cana-de-açúcar apresentou

altos valores de material solúvel “a” na matéria seca, com baixos valores de taxa de degradação “c” e da fração potencialmente degradável “b”, representada principalmente pelos carboidratos da parede celular, cujo teor da FDN foi de 52,4% na matéria seca, já que a cana-de-açúcar apresentou baixo teor de PB (2,42%). Isso demonstra a grande concentração de açúcar solúvel (sacarose) no conteúdo celular nessa gramínea, prontamente disponível para a fermentação microbiana. AROEIRA et al. (1993, 1995) também observaram valor elevado da fração solúvel da cana-de-açúcar em novilhos.

As degradabilidades médias estimadas com a taxa de passagem de 0,02/h, de 63,1% da MS e 42,4% da FDN, da cana-de-açúcar obtidas com bovinos foram semelhantes àquelas observadas por AROEIRA et al. (1995), em vacas em lactação alimentadas com cana-de-açúcar mais uréia, que encontraram valores de 62,1 e 43,4% para MS e FDN, respectivamente. As porcentagens observadas da fração potencialmente degradável “b” foram também semelhantes às obtidas no presente trabalho, porém as frações solúveis e as taxas de degradação foram menores, principalmente a solubilidade da FDN, que foi de 4,2%, inferior à obtida neste trabalho, de 17,4%. A degradabilidade potencial da FDN da cana-de-açúcar

foi superior à verificada em novilhos recebendo cana-de-açúcar e suplementados com farelo de algodão, de 42,9%, ou com farelo de arroz, de 45,1%, para a FDN da cana-de-açúcar (AROEIRA et al., 1993). A solubilidade da FDN da cana-de-açúcar observada com os búfalos também foi mais elevada que as obtidas com as gramíneas napier, setária e gordura em búfalos sob pastejo (FRANZOLIN et al., 1995), porém a taxa de degradação de "b" foi menor que a obtida nas três gramíneas.

Diferenças mais acentuadas na cinética da degradação ruminal entre ambas espécies animais foram obtidas com a ração concentrada (Tabela 2). Os búfalos apresentaram menores frações solúveis e maiores frações potencialmente degradável e, ainda, maior velocidade de degradação da matéria seca e da proteína bruta. As estimativas de degradabilidade potencial e efetiva da MS e PB foram próximas nas espécies animais.

Efeitos dos protozoários ciliados na degradabilidade ruminal

A participação dos protozoários ciliados no processo de degradabilidade de nutrientes no rúmen ainda não está esclarecida. As diferenças existentes na concentração e composição total de ciliados entre búfalos e bovinos devem ter influenciado a concentração e composição das bactérias e fungos no rúmen, já que há diferenças na ingestão de tipos de bactérias pelas diferentes espécies de ciliados de acordo com seus metabolismos específicos (WILLIAMS e COLEMAN, 1992). Assim, houve evidência de existirem diferenças entre ambas espécies na população de microrganismos ruminais, influenciando na degradabilidade ruminal. Rações concentradas com alto teor de proteína bruta parecem ser mais rapidamente solubilizada no conteúdo ruminal de bovinos que de búfalos, enquanto os búfalos tendem a apresentar maiores taxas de degradação da fração potencialmente degradável, atingindo maiores degradabilidades em menores tempos. A velocidade de degradação, principalmente, da PB mostrou-se mais acentuada em búfalos, porém os valores das degradabilidades efetivas foram bem próximos entre as duas espécies animais, exceto da PB, que sofre influência da contaminação microbiana ruminal.

Assim, tendo em vista a interação entre os microrganismos no ambiente ruminal, podem-se questionar as razões pelas quais as diferentes faunas existentes no rúmen de búfalos e bovinos não produziram diferentes respostas na degradabilidade dos

nutrientes estudados ou se populações microbianas diferentes atuam de forma semelhantes nas mesmas condições de alimentação, ou se as diferenças observadas na degradabilidade ruminal poderiam ter sido minimizadas pela uso da técnica *in situ* utilizada. Teoricamente os grandes protozoários não são capazes de colonizarem o alimento dentro dos sacos de náilon com a mesma eficiência que o fazem no conteúdo ruminal, já que o tamanho dos poros pode impedir a passagem desses ciliados para o interior do saco. Portanto, a diferença na composição da fauna observada pode ter sido prejudicada em promover diferenças nas respostas na degradação ruminal dos nutrientes, principalmente da FDN, devido à ação direta dos grandes protozoários ciliados sobre os nutrientes ou por ação indireta pela modificação da população dos demais microrganismos no ambiente ruminal. Além disso, segundo WILLIAMS e COLEMAN (1992), somente os pequenos ciliados entodínios têm absoluto requerimento de amido para seu crescimento, concordando com a maior solubilidade da ração concentrada verificada em bovinos, cuja fauna foi composta de quase 80% desses protozoários. Realmente, já VEIRA (1986) chamou a atenção dos pesquisadores que utilizavam a técnica de sacos de náilon em relação ao tamanho dos poros do tecido empregado para a confecção dos sacos. Segundo esse autor, em tecidos com poros menores que 20 µm, a concentração de protozoários no interior dos sacos pode ser menor que a metade da existente no conteúdo ruminal, em que parte dos grandes ciliados é totalmente excluída. VAN SOEST (1982) citou que as pequenas bactérias constituem cerca da metade do total da biomassa normalmente existente no rúmen, mas são responsáveis por um trabalho metabólico maior que os grandes microrganismos, mas estes ainda representam significativa porção da massa microbiana incluindo, as selenomonas, oscillospira, protozoários e ficomicetos. Os protozoários como um grupo contêm os maiores microrganismos. Assim, 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. ORPIN e LETCHER (1978) observaram aderência das grandes espécies de *Isotricha intestinalis* e *Isotricha prostoma* às partículas de planta no digesta ruminal. O impedimento

da adesão dos ciliados em pequenas amostras colocadas nos sacos de náilon dentro do rúmen pode ser decisivo na avaliação correta de alimentos por essa técnica. Outros trabalhos deverão ser produzidos nessa linha de pesquisa, com metodologia adaptada a estes achados.

Conclusões

Os bovinos apresentam maior concentração de protozoários ciliados por mL de conteúdo ruminal que os bubalinos.

A composição da fauna ruminal no búfalo é diferente da presente no bovino, com maior porcentagem dos protozoários pertencentes à subfamília *Diplodiniinae* e menor dos ciliados do gênero *Entodinium*.

Existe o fenômeno de migração e o seqüestro de ciliados holotricos tanto em búfalo quanto em bovinos.

As degradabilidades efetivas da MS, PB e FDN da cana-de-açúcar e da MS e PB da ração concentrada são semelhantes entre búfalos e bovinos.

Referências Bibliográficas

- ABE, M., IRIKI, T., TOBE, N. et al. 1981. Sequestration of holotrich protozoa in the reticulo-rumen of cattle. *Applied and Environmental Microbiology*, 41(4):758-765.
- AROEIRA, L.J.M., LOPES, F.C.F., DAYRELL, M.S. et al. 1995. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças Holandes x Zebu em lactação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 24(6):1016-1026.
- AROEIRA, L.J.M., SILVEIRA, M.I., LIZIEIRE, R.S. et al. 1993. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços Europeu x Zebu. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(4):552-564.
- BAUCHOP, T. 1989. Colonization of plant fragments by protozoa and fungi. In: NOLAN, J.V., LENG, R.A., DEMEYER, D.I. (Eds.) *The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion*. Armidale: Pernambul Books. p.83-96.
- BIRD, S.H., HILL, M.K., LENG, R.A. 1979. The effects of defaunation on the rumen on growth of lambs on low-protein-high-energy diets. *Br. J. Nut.*, 42(1):81-87.
- BOBADILLA, M., ROWE, J.B. 1979. Banana tops and sugar cane as cattle feed: observations on the rates of fibre degradation and fluid turnover in the rumen. *Trop. Anim. Prod.*, 4:31-36.
- CLARKE, R.T.J., ULYATT, M.J., JOHN, A. 1982. Variation in numbers and mass of ciliate protozoa in the ruminants of sheep fed chaffed alfalfa (*Medicago sativa*). *Applied and Environmental Microbiology*, 43(5):1201-1204.
- DEHORITY, B.A. 1991. *Rumen microbiology*. Wooster, USA: OARDC/OSU. 87p.
- DEHORITY, B.A. 1993. *Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa*. Florida: CRC Press Inc. 96p.
- DEHORITY, B.A. 1979. Ciliate protozoa in the rumen of Brazilian water buffalo, *Bubalus Bubalis* Linnaes. *J. Protozoology*, 26(4):536-544.
- DEHORITY, B.A., TIRABASSO, P.A. 1989. Factors affecting the migration and sequestration of rumen protozoa in family Isotrichiidae. *J. Gen. Microbiol.*, 135(3): 539-548.
- FERNANDÉZ, A., GILL, M. 1980. La población de protozoarios en el rumen de novillos recibiendo dietas basadas en caña integral, caña descortezada o melaza y forraje. *Trop. Anim. Prod.*, 5(1):90-91.
- FRANZOLIN, R., NOGUEIRA FILHO, J.C.M., HERLING, V.R. et al. Rumen ciliate protozoa in buffaloes grazing native pasture in Brazil. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 3, Varna, Bulgaria, 1991. *Proceedings...* Varna, 1991. p.13-18.
- FRANZOLIN, R., NOGUEIRA FILHO, J.C.M., ZANETTI, M.A. Avaliação dos protozoários ciliados no rúmen de búfalo e bovino. In: CONGRESSO MUNDIAL DE BUIATRIA, 16, Salvador, 1990. *Anais...* Salvador, 1990. p.258-262.
- FRANZOLIN, M.H.T. *Efeitos da cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.) sobre os protozoários ciliados, número de revoluções ruminais e volume do rúmen, em ovinos*. Pirassununga, SP: FMVZ, 1988. 48p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 1988.
- FRANZOLIN, R. 1994. Feed efficiency: a comparison between cattle and buffalo. *Buffalo J.*, 39-50. (supplement 2).
- FRANZOLIN, R., HERLING, V.R., NOGUEIRA FILHO, J.C.M. 1995. Degradabilidade in situ de gramíneas e leguminosas em búfalos sob pastejo. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 24(1):8-19.
- FRANZOLIN, R., COSTA, R.M., FRANZOLIN, M.H.T. et al. 1997. Avaliação da fauna e degradabilidade no rúmen de búfalos sob dietas exclusivas de silagem de sorgo e de feno de alfafa. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 49(6):709-718.
- FRANZOLIN, R., DEHORITY, B.A. 1996. Effect of prolonged high-concentrate feeding on ruminal protozoa concentrations. *J. Anim. Sci.*, 74(11):2803-2809.
- GOODING, E.G.B. 1982. Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. *Prod. Anim. Trop.*, 7:76-97.
- GUPTA, M., KAPOOR, P.D., PURI, J.P. 1990. Effect of defaunation and different rations on in-vitro cellulose digestion in buffaloes. *Ind. J. Anim. Sci.*, 60(6):748-749.
- JOUANY, J.P., SENAUD, J. 1979. Role of rumen protozoa in the digestion of food cellulosic materials. *Ann. Rech. Vet.*, 10(2):261-263.
- LENG, A.R., PRESTON, T.R. 1976. Sugar cane for cattle production: presents constraints perspectives and research priorities. *Trop. Anim. Prod.*, 1(1):1-22.
- LENG, R.A., GILL, M., KEMPTON, T.J. et al. 1981. Kinetics of large ciliate protozoa in the rumen of cattle given sugar cane diets. *Br. J. Nut.*, 46(2):371-384.
- MINOR, S., MACLEOD, N.A., PRESTON, T.R., et al. 1977. Studies on digestion in different sections of the intestinal tract of bulls fed sugar cane/urea with different supplements. *Trop. Anim. Prod.*, 2(1):163-174.
- NOGUEIRA FILHO, J.C.M. *Estudo da degradabilidade "in situ" e de protozoários ciliados com zebuínos da raça Nelore (Bos taurus indicus) e de búfalos (Bubalus bubalis) submetidos a dietas com volumosos e concentrados*. Pirassununga,

- SP: FZEA, 1995. 144p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.
- ORPIN, C.G., LETCHER, A.J. 1978. Some factors controlling the attachment of the rumen holotrich protozoa *Isotricha intestinalis* and *I. prostoma* to plant particles in vitro. *J. Gen. Microbiol.*, 106(5):33-40.
- ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92(2):499-503.
- ØRSKOV, E.R., DEB HOVELL, F.D., MOULD, F. 1980. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.*, 5(3):195-213.
- RUIZ, G., BOBADILLA, M., DEB HOVELL, F.P. 1978. The effect of wheat bran on rumen fermentation rumen volume and fluid flow rate in zebu bulls fed chopped whole sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, 3:247-258.
- RYLE, M., ØRSKOV, E.R. 1987. Ciliados de la panza y piensos tropicales. *Rev. Mundial Zootec.*, 64(10):21-30.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. 1996. user's guide: Stat, version 6.4.ed. Cary, North Caroline: SAS Institute.
- SILVA, D.J. 1981. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ. 165p.
- SRIVASTAVA, R.V.N., CHATURVEDI, M.L. 1973. Studies on the microbes of cattle and buffalo. *Ind. J. Anim. Sci.*, 43:615-619.
- VALDEZ, R.E., ALVAREZ, F.J., FERREIRO, H.M. et al. 1977. Rumen function in cattle given sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, 2:260-272.
- VAN SOEST, P.J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. Corvallis, O & B Books, Inc. 374p.
- VEIRA, D.M. 1986. The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. *J. Anim. Sci.*, 63(5):1547-1560.
- WILLIAMS, A.G., COLEMAN, G.S. 1992. *The rumen protozoa*. New York: Springer-Verlag New York Inc. 423p.
- WILLIAMS, A.G. 1986. Rumen holotrich ciliate protozoa. *Microb. Rev.*, 50(1):25-49.

Recebido em: 28/09/99

Aceito em: 27/04/00