

Efeito de Diferentes Volumosos sobre a Degradabilidade *in situ* de Nutrientes e Variáveis da Fermentação Ruminal, Mediante a Aplicação da Somatotropina Bovina¹

Alexandre Amstalden Moraes Sampaio², Paulo Rossi Júnior³, Rodolfo Marques de Brito⁴, André Luis Cestari⁵, Alexandre Biondi⁶

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de rações compostas por diferentes volumosos (cana-de-açúcar, silagem de milho, bagaço hidrolisado e cana-de-açúcar + silagem) sobre as condições de fermentação ruminal e degradabilidade ruminal de nutrientes, mediante a aplicação da somatotropina bovina. Três bovinos com cânula ruminal foram usados em esquema fatorial (4 x 2). O pH, o número de protozoários e as concentrações de amônia e ácidos graxos voláteis foram quantificados. As degradabilidades potencial e efetiva, a taxa de desaparecimento da matéria seca e proteína bruta de cada dieta e o desaparecimento da energia bruta também foram avaliados. Houve diferenças entre as rações na degradabilidade efetiva da matéria seca e nas degradabilidades efetiva, potencial e fração potencialmente degradável da proteína bruta, verificando-se o mesmo para a aplicação de rBST. Houve efeito dos diferentes volumosos sobre as variáveis da fermentação ruminal. Os tratamentos não influíram no desaparecimento da energia. A aplicação de rBST não influenciou as variáveis da fermentação ruminal.

Palavras-chave: bagaço hidrolisado, cana-de-açúcar, degradabilidade, fermentação ruminal, microrganismos, silagem de milho, somatotropina bovina

Effect of Different Forages on *in situ* Degradability of Nutrients and Variables of Ruminal Fermentation, through the Application of Bovine Somatotropin

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effect of diets with different forages (sugarcane, corn silage, hydrolyzed bagasse and sugarcane + corn silage) on the ruminal fermentation and ruminal nutrients degradability, by the application of bovine somatotropin. Three bovines with ruminal cannulas were used in a factorial scheme (4 x 2). The pH, number of protozoa, ammonia and volatile fatty acids concentration were quantified. The potential and the effective degradability and degradation rate of dry matter and crude protein in each diet were evaluated, beyond gross energy disappearance. There were differences among diets on the effective degradability of dry matter and potential degradability, effective degradability and potentially degradable fraction of crude protein, being verified the same for the rBST application. There was effect of different forages on the variables of ruminal fermentation. The treatments did not affect the gross energy disappearance. The rBST application did not affect the variables of ruminal fermentation.

Key Words: bovine, hydrolyzed bagasse, sugarcane, degradability, ruminal fermentation, microorganisms, corn silage, somatotropin

Introdução

O aproveitamento dos nutrientes de dietas destinadas aos ruminantes depende da degradação ruminal de nutrientes, que varia de acordo com as condições do ambiente ruminal, como pH, concentração de amônia, proporções de ácidos graxos voláteis, temperatura, pressão osmótica, concentração e composição da microbiota.

O estudo da degradabilidade ainda é uma das formas mais frequentes de avaliação de alimentos

para ruminantes, em razão da grande importância de se conhecer a contribuição dos principais volumosos e concentrados, quando associados em dietas para manutenção ou produção destes animais. Os volumosos, em especial, apresentam características próprias e bastante variáveis, merecendo maior atenção por parte dos pesquisadores (MEHREZ e ORSKOV, 1977). Nos últimos anos, as pesquisas avaliaram diversos alimentos, visando a exploração do grande potencial de aproveitamento oferecido pelos bovinos

¹ Pesquisa financiada pela FAPESP e pelo CNPq.

² Zootecnista, Prof. Adjunto do Departamento de Zootecnia (DZ) - Fac. Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) / UNESP, Rod. Carlos Tonnaní Km 5 - 14870-000 - Jaboticabal, SP. Bolsista do CNPq. e-mail: sampaio@fcav.unesp.br

³ Zootecnista, Doutorando em Produção Animal pela FCAVJ/UNESP.

⁴ Zootecnista, Mestrando em Produção Animal pela FCAVJ/UNESP.

⁵ Zootecnista - FCAVJ/UNESP.

⁶ Laboratório de Ruminantes - FCAVJ/UNESP.

e outros ruminantes. No entanto, pouca atenção foi dada às condições de fermentação ruminal, que interferem e controlam a intensidade e eficiência dos processos de degradação e digestão dos ingredientes.

O pH do líquido ruminal pode influenciar principalmente a degradação da proteína, em razão das alterações na atividade microbiana. Estima-se que o pH que favoreça os diversos processos de hidrólise ruminal situa-se entre 5,5 e 7,0, em função do padrão de fermentação determinado pelo substrato presente no rúmen (NRC, 1985).

A concentração de amônia no rúmen é também de grande importância, como fonte de N para a síntese de proteína microbiana. Segundo OKORIE et al. (1977), a concentração que permitiu a maior taxa de crescimento microbiano foi de 7 mg/100 mL.

O ruminante obtém grande parte da energia necessária à manutenção e produção dos ácidos graxos voláteis produzidos durante a fermentação ruminal, especialmente dos ácidos acético, propiônico e butírico, estimando-se em 50 a 70% da energia digestível total (SUTTON, 1980). Parte do ácido acético participa de vários processos metabólicos, como por exemplo a lipogênese. O ácido propiônico é amplamente convertido em glicose e o ácido butírico, em corpos cetônicos no epitélio ruminal.

A simbiose entre os microrganismos e o ruminante depende de ambiente ruminal adequado. As bactérias do rúmen têm sido amplamente estudadas, entretanto, os protozoários receberam pouca atenção e raras pesquisas foram feitas sobre os fungos. Os protozoários são altamente proteolíticos, sendo que os entodinomorfos digerem amido e os holotríqueos absorvem açúcares solúveis rapidamente. Desta forma, é possível que ajudem a manter um padrão de fermentação ruminal mais estável, já que o substrato dentro da célula protozoária fermenta lentamente (ORSKOV, 1988).

Os estudos de controle do desenvolvimento dos animais têm envolvido aplicação de aditivos, como hormônios protéicos, antibióticos, anabolizantes, ionóforos, e suas implicações no metabolismo e na performance geral do animal têm sido acompanhadas sob vários aspectos. Um aditivo recentemente utilizado é a somatotropina bovina (BST). Entre os efeitos causados pela BST, destacam-se os relacionados ao crescimento do organismo animal e à lipólise, que englobam principalmente a divisão celular e o metabolismo de carboidratos e lipídios. Em vacas holandesas, foi verificado que essas ações contribuem para aumento do processo galactopoiético, elevando a

produção de leite em até 14% (MATTOS et al., 1989). Os resultados são atribuídos à propriedade da BST em aumentar a absorção de glicose e o metabolismo de triglicerídeos em nível de glândula mamária; aumentar o nível de glicose sanguíneo; e em alguns casos potencializar a ingestão diária de alimento pelo animal. No entanto, não se conhecem alterações no ambiente de fermentação do rúmen, em função da suposta baixa correlação existente entre o ambiente ruminal e as ações usuais da BST.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de rações compostas por diferentes volumosos em algumas variáveis da fermentação ruminal em bovinos tratados ou não com rBST (análoga da BST, obtida comercialmente pela técnica do DNA recombinante).

Material e Métodos

Foram utilizados três bovinos da raça Holandesa com 40 meses de idade e peso médio de 600 kg, providos de cânula ruminal permanente, os quais foram agrupados de forma a compor delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições, segundo esquema fatorial 4 x 2 (rações x aplicação ou não da rBST). As rações foram compostas por silagem de milho (SM), cana-de-açúcar (CA), silagem de milho (50%) + cana-de-açúcar (50%) em matéria seca (SM+CA) e bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado (BH), os quais foram suplementados com concentrado composto por soja grão e milho, segundo composição químico-bromatológica dos alimentos, visando suprir as exigências de manutenção dos animais, como apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Todos os animais permaneceram em adaptação às rações durante 14 dias e foram submetidos primeiramente aos procedimentos de incubação e colheita de material, sem aplicação da rBST. Após o término desta fase de avaliação, os animais foram readaptados a cada dieta e receberam aplicação de 320 mg de rBST sete dias antes de cada período de amostragem do conteúdo ruminal e incubação de alimentos. A adoção deste período de tempo seguiu as recomendações de DOURADO et al. (1995), que indicaram maior atuação da rBST após sete dias de aplicação. Devido à natureza das rações empregadas, optou-se pela utilização dos tempos de incubação de 3, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas, e os demais procedimentos de incubação seguiram as recomendações de PEREIRA e ROSSI JR. (1995). Foram confeccionados sacos de 16,5 x 8,25 cm, em tecido de *nylon*, com porosidade de

50 µm, colocando-se 5 g de amostra por saco. Os concentrados foram moídos em peneira de 2 mm e os volumosos, em peneira de 5 mm. Após a colocação da amostra, os sacos foram selados, pesados e lavados em água a 39°C por 15 min, sendo então secos em

Tabela 1 - Composição de ingredientes e teores de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) das rações
Table 1 - Composition of ingredients and crude protein (CP) and gross energy (GE) contents of experimental diets

| Ingrediente Ingredient | % da matéria seca % of dry matter | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | SM ¹ | CA | SM+CA | BH |
| Silagem de milho Corn silage | 62,72 | - | 28,75 | - |
| Cana-de-açúcar Sugarcane | - | 59,93 | 36,79 | 6,92 |
| Bagaço de cana Sugarcane bagasse | - | - | - | 55,12 |
| Milho grão Corn grain | 23,78 | 18,25 | 14,41 | 16,83 |
| Soja integral Whole soybean | 13,50 | 21,82 | 20,05 | 21,13 |
| PB (%) CP | 11,72 | 11,11 | 11,59 | 10,68 |
| EB (MJ/kg MS) GE (MJ/kg DM) | 17,74 | 18,63 | 18,40 | 17,62 |
| Volumoso:Concentrado Roughage:Concentrate | 63:37 | 60:40 | 65:35 | 62:38 |

¹ SM - silagem de milho, CA - cana-de-açúcar, SM+CA - cana-de-açúcar + silagem, BH - bagaço de cana.

¹ SM - corn silage, CA - sugarcane, SM+CA - sugarcane + corn silage, BH - sugarcane bagasse.

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e energia bruta (EB) dos ingredientes¹
Table 2 - Contents of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and gross energy (GE) of the ingredients

| Ingrediente Ingredient | % da matéria seca % of dry matter | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------|------------|------------------------------------|
| | MS DM | PB CP | FDN NDF | EB (MJ/ kg MS) GE (MJ/kg DM) |
| Silagem de milho Corn silage | 28,20 | 7,33 | 50,48 | 17,00 |
| Cana-de-açúcar Sugarcane | 30,02 | 2,70 | 45,73 | 17,60 |
| Bagaço de cana Sugarcane bagasse | 39,00 | 2,50 | 75,11 | 15,80 |
| Milho grão Corn grain | 88,73 | 10,00 | 9,70 | 16,60 |
| Soja integral Whole soybean | 91,50 | 35,17 | 12,50 | 23,20 |

¹ Análises realizadas nos Laboratórios de Ruminantes e Nutrição Animal da FCAVJ - UNESP.

¹ Analysis realized in the Ruminant and Animal Nutrition Laboratories of FCAVJ - UNESP.

estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, visando a determinação da fração solúvel das rações. Os sacos foram então fixados à corrente de ferro pesando aproximadamente 500 g, a qual foi introduzida na fístula ruminal e mantida presa à cânula por fio de nylon de 60 cm de comprimento. Foram feitas duas repetições em cada tempo de incubação, visando a obtenção de quantidade de resíduo suficiente para as análises laboratoriais. Os sacos foram colocados no rúmen nos tempos determinados, retirados simultaneamente ao final do período de incubação e, em seguida, imediatamente lavados em máquina, até que a água se tornasse limpa. Logo após, os sacos foram escorridos e secos em estufa a 65°C. As estimativas de fração solúvel “a”, fração potencialmente degradável “b” e taxa de desaparecimento “c” basearam-se nas recomendações propostas por ORSKOV e McDONALD (1979), por intermédio do modelo matemático $P = a + b(1 - e^{-ct})$, em que “P” representa a degradabilidade potencial no tempo “t” de incubação ruminal. A estimativa da degradabilidade efetiva (dg) seguiu o modelo $dg = a + [bc/(c + k)]$, em que “dg” representa a degradabilidade efetiva do material incubado a uma taxa de passagem da digesta ruminal “k”, considerada neste trabalho como 5%/h. Os animais foram alimentados em duas refeições diárias (8 e 16 h), sendo realizadas amostragens de conteúdo ruminal em 1 e 5 horas após cada alimentação respectivamente.

O material coletado foi devidamente acondicionado para análises de pH, concentração de NH₃, concentração dos ácidos acético, propiônico e butírico, contagem de protozoários e composição químico-bromatológica dos resíduos da incubação. O pH foi determinado em potenciômetro ORION Mod. 710A com eletrodo Ag/AgCl nº 910600. Os teores de NH₃ foram obtidos por meio da técnica modificada de FENNER (1965) e os teores de ácidos graxos voláteis, por intermédio de um cromatógrafo a gás, modelo SHIMADZU-GC14B, coluna de 100/120 CHR WAW 1,6 m x 3,2 mm. O número total e a identificação de protozoários foi feita conforme técnica descrita por DEHORITY (1984). Os valores de cada uma das variáveis foram analisados e processados pelo pacote SANEST.

Resultados e Discussão

Houve diferença ($P < 0,05$) para as médias de pH em função do volumoso utilizado e dos tempos de coleta adotados (Tabelas 3 e 4). Foram observados valores médios de pH mais elevados para as rações

Tabela 3 - Médias de pH, amônia, protozoários e ácidos graxos voláteis de cada dieta
 Table 3 - Means of pH, ammonia, protozoa and volatile fatty acids from each diet

| Item | Dieta ¹ | | | |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Diet | | | |
| | SM | CA | SM+CA | BH |
| pH | 6,40 ^b | 6,77 ^a | 6,86 ^a | 6,45 ^b |
| Amônia (g/100 mL) | 20,44 ^a | 5,24 ^c | 9,77 ^b | 4,55 ^c |
| <i>Ammonia</i> | | | | |
| Protozoários (n ^o total/100 mL) | 306.376 ^a | 258.466 ^b | 281.838 ^{ab} | 297.548 ^{ab} |
| <i>Protozoa (total number/100 mL)</i> | | | | |
| Ác. acético (%) | 62,40 ^{ab} | 62,31 ^{ab} | 64,88 ^a | 60,84 ^b |
| <i>Acetic acid</i> | | | | |
| Ác. propiônico (%) | 21,16 ^b | 23,95 ^a | 20,74 ^b | 23,48 ^a |
| <i>Propionic acid</i> | | | | |
| Ác. butírico (%) | 15,67 ^a | 13,73 ^b | 14,36 ^b | 15,68 ^{ab} |
| <i>Butiric acid</i> | | | | |

Médias, na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey.

Means, within a row, followed by different letters are different (P<.05) by Tukey test.

¹ SM - silagem de milho (corn silage), CA - cana-de-açúcar (sugarcane), SM+CA - cana-de-açúcar + silagem (sugarcane + corn silage), BH - bagaço de cana (sugarcane bagasse).

Tabela 4 - Médias de pH, amônia, protozoários e ácidos graxos voláteis de cada horário de coleta
 Table 4 - Means of pH, ammonia, protozoa and volatile fatty acids from each collection time

| Item | Horário de coleta ¹ | |
|--|--------------------------------|--------------------|
| | Sampling time | |
| | 9 h | 21 h |
| pH | 6,86 ^b | 6,39 ^a |
| Amônia (g/100 mL) | 13,22 ^a | 6,71 ^b |
| <i>Ammonia</i> | | |
| Protozoários (n ^o total/100 mL) | 289.733 | 287.874 |
| <i>Protozoa (total number/100 mL)</i> | | |
| Ác. acético (%) | 64,23 ^b | 60,98 ^a |
| <i>Acetic acid</i> | | |
| Ác. propiônico (%) | 21,94 | 22,73 |
| <i>Propionic acid</i> | | |
| Ác. butírico (%) | 13,81 ^a | 16,42 ^b |
| <i>Butiric acid</i> | | |

Médias, na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey.

Means, within a row, followed by different letters are different (P<.05) by Tukey test.

¹ Coleta realizada às 9 h (1 h após a alimentação) e 21 h (5 h após a alimentação).

¹ Sampling realized at 9 am (1 h after feeding) and 9 pm (5 h after feeding).

compostas por silagem+cana-de-açúcar e cana-de-açúcar, com médias de 6,9 e 6,8, respectivamente, em relação às rações compostas por bagaço e silagem. Valores semelhantes (6,6 a 7,2) foram obtidos por BERCHIELLI et al. (1996), em uma dieta com relação volumoso:concentrado de 60:40, e por CARNEIRO et al. (1989), utilizando-se cana-de-açúcar. O pH mais elevado observado em dietas à base de cana-de-açúcar deve-se, possivelmente, ao maior potencial deste volumoso em produzir ácido acético, um ácido fraco, com atividade tamponante, que mantém o pH em níveis ligeiramente

mais elevados. Quanto aos tempos de coleta, foi observado maior pH para a coleta no tempo de 1 hora pós-alimentação, com média de 6,86, possivelmente devido à maior concentração de ácido acético em relação ao outro tempo de coleta, como mostra a Tabela 4, pela propriedade tampão apresentada por este composto (CHURCH, 1988). Resultados semelhantes, de 6,7 e 6,2 para 2 e 8 horas após a alimentação, foram obtidos por AROEIRA et al. (1993) utilizando dietas à base de cana-de-açúcar.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as médias de concentração de amônia para as rações e os tempos de coleta, respectivamente. Foram observadas diferenças (P<0,05) na concentração de amônia entre os volumosos avaliados. As rações compostas por silagem de milho e silagem+cana-de-açúcar foram diferentes, com médias de 20,4 e 9,8 mg/100 mL, respectivamente, e superiores às observadas com as rações compostas por bagaço e cana-de-açúcar. Isto pode ser explicado pela presença da silagem de milho na composição das rações que apresentaram maior média, em função da elevada solubilidade da fração protéica deste ingrediente, que chega a atingir 65% do total de proteína, sendo rapidamente convertida a N-NH₃ quando atinge o rúmen.

Foi observada diferença (P<0,05) para as médias de concentração de amônia entre os tempos de coleta estudados. O tempo de 1 hora pós-alimentação diferiu do tempo de 5 horas com médias de 13,2 e 6,7 g/100 mL, respectivamente. O mesmo padrão de comportamento foi observado por VILELA et al. (1994), que obtiveram maiores valores entre 2 h e 3h:24 min após a alimentação. Este fato deve-se à maior atividade microbiana, associada à elevada solubilização protéica, em razão da maior disponibilidade de substrato nas primeiras horas após a

alimentação (CHURCH, 1988).

As médias de concentração do ácido acético, apresentadas na Tabela 3, diferiram ($P<0,05$) entre as rações compostas por silagem+cana-de-açúcar e bagaço, com médias de 64,8 e 60,8%, respectivamente. Os trabalhos consultados na literatura demonstram maior quantidade do ácido acético em relação aos demais AGV, em dietas à base de volumosos, independentemente da composição destes, como demonstraram os trabalhos de AROEIRA et al. (1993), BERCHIELLI et al. (1996) e OLIVEIRA et al. (1996). Na Tabela 4, é mostrada diferença ($P<0,05$) para a concentração do ácido acético entre os tempos de 1 e 5 h, com médias de 64,2 e 61,0% respectivamente, sugerindo maior intensidade de fermentação, no início da fase pós-alimentação, como observado por AROEIRA et al. (1993).

Foi observada diferença para a concentração do ácido propiônico ($P<0,05$) entre os volumosos utilizados. As rações compostas por cana-de-açúcar e bagaço não diferiram, com médias de 23,9 e 23,5%, respectivamente, mas diferiram das rações com silagem e silagem+cana-de-açúcar, com médias de 21,2 e 20,7%, respectivamente, como mostra a Tabela 3. Observou-se que a relação entre os ácidos acético e propiônico foi inversamente proporcional entre as rações que continham maiores e menores quantidades de concentrado, confirmando a importante participação deste na determinação das proporções dos referidos ácidos. As rações com cana-de-açúcar e bagaço foram compostas com maiores quantidades de concentrado, apresentando relações volumoso:concentrado de 60:40 e 62:38, respectivamente.

As análises das médias da concentração do ácido butírico, em relação às rações utilizadas, são apresentadas na Tabela 3, havendo diferença ($P<0,05$) entre as rações compostas por silagem, silagem+cana-de-açúcar e cana-de-açúcar com médias de 15,7; 14,4; e 13,7%, respectivamente. A ração com bagaço não diferiu das demais, com média de 15,7%. Na Tabela 4, é mostrada a diferença na concentração do ácido butírico ($P<0,05$), entre os tempos de coleta de 1 e 5 h, com médias de 16,42 e 13,81%, respectivamente. Os resultados destas análises podem ser explicados principalmente pelo equilíbrio mantido entre as proporções de ácidos graxos, do qual participa o ácido butírico, e pelas fontes naturais deste ácido que representam os volumosos ensilados, em função de condições de conservação nem sempre adequadas, que promovem a fermentação por bactérias produtoras de ácido butírico.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias de protozoários totais das rações utilizadas. Houve diferença ($P<0,05$) nas rações à base de silagem e cana-de-

açúcar, obtendo-se médias de 306.376 e 258.466 protozoários/mL de líquido ruminal, respectivamente. Constatou-se que praticamente a totalidade dos organismos quantificados foi de entodimorfos, estando estes resultados de acordo com as considerações de ORSKOV (1988). Os entodimorfos são protozoários que não utilizam açúcar em grande extensão, mas ingerem e digerem grânulos de amido. Como este nutriente encontra-se em maior disponibilidade na silagem de milho, o crescimento e a multiplicação destes microrganismos foram favorecidos na dieta composta por este ingrediente. Não foi observado efeito da aplicação da rBST sobre qualquer dos parâmetros ruminiais avaliados.

A degradabilidade efetiva da matéria seca apresentou diferenças ($P<0,05$) em função do volumoso utilizado na dieta, bem como para a aplicação da rBST (Tabela 5). A ração composta por bagaço apresentou a menor degradabilidade efetiva dentre os volumosos avaliados. Porém, nesta dieta, a degradabilidade foi elevada ($P<0,05$) pela administração de rBST aos animais, com médias de 47,6 e 49,8% para não-aplicação e aplicação, respectivamente. Este fato também foi observado para as rações compostas por cana-de-açúcar e cana+silagem. Contudo, a dieta composta por silagem de milho apresentou degradabilidade de matéria seca reduzida, quando se administrou rBST aos animais.

Considerando que um dos processos da degradação protéica é a conversão da proteína dietética em amônia, quanto maior a degradabilidade da fração protéica da ração, maior será a produção de amônia e, se esta for excessiva, as perdas urinárias dos compostos nitrogenados, absorvidos pela parede ruminal serão elevadas. Para que estas perdas sejam reduzidas e o crescimento microbiano maximizado, há a necessidade de sincronização entre as taxas de degradação da proteína e energia (RUSSEL et al., 1991). Neste experimento a degradabilidade efetiva da proteína bruta apresentou valores bastante elevados, em torno de 70% para as rações compostas por silagem, silagem+cana-de-açúcar e cana de açúcar, como apresentado na Tabela 6, evidenciando sincronia para maximização do crescimento microbiano. É bastante provável que a degradabilidade da proteína bruta neste trabalho tenha sido elevada, devido à presença do grão de soja em todas as rações, pois trata-se de um alimento de degradação rápida no rúmen.

Na Tabela 6 nota-se que houve efeito significativo tanto das rações como da aplicação da rBST, sobre a degradabilidade da proteína bruta. Novamente, a ração cujo volumoso foi o bagaço de cana teve média de degradabilidade efetiva para a proteína bruta inferior às demais. O fato da obtenção de degradabilidades distintas com rações compostas por

Tabela 5 - Fração potencialmente degradável, taxa de degradação e degradabilidade efetiva da matéria seca das rações, de acordo com a aplicação da rBST

Table 5 - Potentially degradable fraction, degradation rate and effective degradability of dry matter of diets, in accord with the rBST application

| Dieta ¹ Diet | Fração potencialmente degradável (%) | | Taxa de degradação (%/h) | | Degradabilidade efetiva (%) | |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Potentially degradable fraction | | Rate of degradation | | Effective degradability | |
| | sem rBST without rBST | com rBST with rBST | sem rBST without rBST | com rBST with rBST | sem rBST without rBST | com rBST with rBST |
| SM | 53,53 | 56,28 | 4,81 | 4,03 | 54,46 ^{Aa} | 50,18 ^{Bb} |
| CA | 37,76 | 42,16 | 3,14 | 3,93 | 53,69 ^{Ab} | 58,02 ^{Aa} |
| SM+CA | 45,84 | 45,35 | 4,80 | 4,96 | 55,91 ^A | 56,77 ^A |
| BH | 46,74 | 47,67 | 3,27 | 3,86 | 47,62 ^{Bb} | 49,85 ^{Ba} |

Médias, na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes para aplicação de rBST são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means, within a row, followed by different small letters for rBST application, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

Médias, na coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, para rações, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means, within a column, followed by different capital letters, for diets, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

¹SM - silagem de milho, CA - cana-de-açúcar, SM+CA - cana-de-açúcar + silagem, BH - bagaço de cana.

SM - corn silage, CA - sugarcane, SM + CA - sugarcane + corn silage, BH - sugarcane bagasse.

Tabela 6 - Fração potencialmente degradável, taxa de degradação e degradabilidade efetiva da proteína bruta das rações, de acordo com a aplicação da rBST

Table 6 - Potentially degradable fraction, degradation rate and effective degradability of crude protein diets, in accord with the rBST application

| Dieta ¹ Diet | Fração potencialmente degradável (%) | | Taxa de degradação (%/h) | | Degradabilidade efetiva (%) | |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Potentially degradable fraction | | Rate of degradation | | Effective degradability | |
| | sem rBST without rBST | com rBST with rBST | sem rBST without rBST | com rBST with rBST | sem rBST without rBST | com rBST with rBST |
| SM | 66,81 ^{Ba} | 50,35 ^{Bb} | 6,43 ^B | 4,93 ^A | 72,60 ^B | 75,87 ^B |
| CA | 64,74 ^{Ba} | 38,42 ^{Cb} | 4,41 ^C | 5,86 ^A | 68,21 ^{Bb} | 83,36 ^{Aa} |
| SM+CA | 61,98 ^{Ba} | 55,02 ^{Bb} | 6,50 ^A | 5,01 ^A | 74,29 ^A | 74,34 ^B |
| BH | 76,22 ^A | 81,70 ^A | 4,34 ^C | 4,29 ^A | 57,27 ^{Ca} | 53,04 ^{Cb} |

Médias, na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes para aplicação de rBST são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means, within a row, followed by different small letters for rBST application, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

Médias, na coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, para rações, são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Means, within a column, followed by different capital letters, for diet, are different ($P < 0,05$) by Tukey test.

¹SM - silagem de milho, CA - cana-de-açúcar, SM+CA - cana-de-açúcar + silagem, BH - bagaço de cana.

SM - corn silage, CA - sugarcane, SM + CA - sugarcane + corn silage, BH - sugarcane bagasse.

diferentes volumosos já era esperado, pois VARGA e WHITSEL (1991) demonstraram que a composição dos carboidratos não-estruturais dos diferentes alimentos está altamente correlacionada com a extensão e a taxa de digestão dos demais componentes da dieta.

A degradabilidade efetiva da matéria seca das dietas, apresentada na Tabela 5, foi calculada a partir de uma taxa de passagem de 5%/h, sugerindo o bom equilíbrio no balanceamento das rações, pois a degradação esteve em torno de 53%, enquanto o desaparecimento da energia, mostrado na Tabela 7, com aproximadamente 24 h de permanência no rúmen, já havia alcançado mais de 50%. Como nas dietas do presente trabalho a matéria seca é composta principalmente por carboidratos e proteína, o desaparecimento destas frações indica bom sincronismo na degradação de nutrientes do substrato, o que permite funcionamento adequado do sistema retículo-ruminal, proporcionando otimização da eficiência de síntese de massa microbiana,

por meio do aproveitamento simultâneo dos nutrientes necessários ao crescimento da flora ruminal.

Quando foi administrada rBST aos animais, houve melhoria nos valores de degradabilidade efetiva para a ração com bagaço de cana e para a ração com cana-de-açúcar, sendo que os animais tratados com este último volumoso foram os que melhor responderam à aplicação da rBST, apresentando o maior valor de degradabilidade efetiva da proteína bruta. Não foram encontrados, na literatura consultada, estudos que correlacionem a utilização da somatotropina bovina com a degradação ruminal de nutrientes.

Conclusões

As rações compostas pelos diferentes volumosos, silagem de milho, cana-de-açúcar, silagem de milho + cana-de-açúcar e bagaço auto-hidrolisado, determinaram variações no pH, nas concentrações de amônia,

Tabela 7 - Desaparecimento da energia bruta das rações em cada tempo de incubação¹

Table 7 - Gross energy disappearance of diets in each incubation time

| Hora Hour | Dieta (Diet) | | | | | | | |
|--------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | Bagaço de cana | | Cana + Silagem | | Cana-de-açúcar | | Silagem de milho | |
| | <i>Sugarcane bagasse</i> | | <i>Sugarcane + Corn silage</i> | | <i>Sugarcane</i> | | <i>Corn silage</i> | |
| | sem rBST <i>without rBST</i> | com rBST <i>with rBST</i> | sem rBST <i>without rBST</i> | com rBST <i>with rBST</i> | sem rBST <i>without rBST</i> | com rBST <i>with rBST</i> | sem rBST <i>without rBST</i> | com rBST <i>with rBST</i> |
| 72 | 71,78 | 70,50 | 72,28 | 71,69 | 75,43 | 70,27 | 73,68 | 74,31 |
| 48 | 65,10 | 63,80 | 68,84 | 67,89 | 69,95 | 62,52 | 67,05 | 69,16 |
| 24 | 55,72 | 53,47 | 60,04 | 58,62 | 58,26 | 53,42 | 54,17 | 56,48 |
| 12 | 41,85 | 43,65 | 47,71 | 49,24 | 47,24 | 53,82 | 43,98 | 43,44 |
| 6 | 38,10 | 41,02 | 39,01 | 41,96 | 42,19 | 43,50 | 35,88 | 34,98 |
| 3 | 36,39 | 39,93 | 42,80 | 37,64 | 41,23 | 39,99 | 31,27 | 31,33 |

¹ Valores médios em % (Mean values in %).

ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico e protozoários totais no rúmen. O pH e as concentrações de amônia, ácido acético e ácido butírico foram diferentes para as coletas de líquido ruminal realizadas às 9 (1 h pós-alimentação) e 21 h (5 h pós-alimentação). Não foram observados efeitos da aplicação de 320 mg de rBST sobre as condições de fermentação ruminal.

Os valores de degradabilidade efetiva da matéria seca indicaram boa qualidade das rações, estando coerentes com o desaparecimento médio da energia. A degradabilidade efetiva da proteína bruta foi bastante elevada, mostrando-se favorável ao crescimento microbiano. A aplicação de rBST nos animais aumentou a degradabilidade efetiva nas rações com bagaço de cana e cana-de-açúcar, sendo esta última a que proporcionou maior degradabilidade efetiva da proteína bruta.

Referências Bibliográficas

- AROEIRA, L.J.M., SILVEIRA, M.I., LIZIEIRE, R.S. et al. Digestibilidade, balanço de nitrogênio e concentração de amônia no rúmen de novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar e uréia mais farelos de arroz ou de algodão. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.22, n.6, p.893-901, 1993.
- BERCHIELLI, T.T., RODRIGUEZ, N.M., ANDRADE, P. Concentração, proporção molar e taxa de produção de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen de bovinos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.25, n.3, p.511-521, 1996.
- CARNEIRO, H., AROEIRA, L.J.M., OLIVEIRA, W.H. et al. Fermentação ruminal e partição da digestão da cana-de-açúcar, capim-elefante e silagem de milho em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26, 1989, Porto Alegre, RS. *Anais...*Porto Alegre: SBZ p.133.
- CHURCH, D.C. *El rumiante: fisiología digestiva e nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1988. 640p.
- DEHORITY, B.A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. *Appl. Env. Microb.*, v.48, p.182, 1984.
- DOURADO, J.B., EZEQUIEL, J.M.B., MACARI, M. et al. Efeito da somatotropina bovina (bST) e tipos de volumosos na utilização das rações em ovinos. II proteína, energia e ganho em peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. *Anais...*p.274
- FENNER, H. Methods for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *J. Dairy Sci.*, v.48, p.249, 1965.
- MATTOS, W., PIRES, A.R., FARIAS, V.P. et al. The effect of sometribove on milk yield and milk composition on lactating dairy cows in Brazil. *J. Dairy Sci.*, v.72, n.1, p.451, 1989.
- MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Anim. Sci.*, v.88, p.645-50, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, 1985. 138p.
- OKORIE, A.V., BUTLERY, P.J., LEWIS, D. Ammonia concentration and protein synthesis in the rumen. *Proc. Nutr. Soc.*, v.36, n.1, 38A, 1977.
- ORSKOV, E.R. *Nutrición proteica de los rumiantes*. Zaragoza: Acribia, 1 ed. 1988. 178p.
- ORSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- OLIVEIRA, M.D.S., SAMPAIO, A.A.M., VIEIRA, P.F. et al. Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal em bovinos sobre alguns parâmetros ruminais e microbiológicos. In: FÓRUM DE MICROBIOLOGIA, 1, 1996, Jaboticabal. *Resumos...*Jaboticabal, p.8-12, 1996.
- PEREIRA, J.R.A., ROSSI JR., P. *Manual práctico de avaliação nutricional de alimentos*. FEALQ: Piracicaba, 34p. 1995.
- RUSSEL, J.B., ONODERA, R., HINO, T. Ruminant protein fermentation: new perspectives on previous contradictions. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (eds.) *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Academic Press: Nova Iorque, p.682-697. 1991.
- SUTTON, J.D. Digestion and end production formation in the rumen from production rations. In: RUCKEBUSCH, Y., THIVEND, P. *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. MTP Press, 1980. p.271-90.
- VARGA, G.A., WHITSEL, T.J. Effect on non structural carbohydrate ration on rate and extend of nutrient utilization *in situ*. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, v.32, p.275-282, 1991.
- VILELA, G.L., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C. et al. Degradabilidades *in situ* da matéria seca e da proteína bruta e proteína efetivamente degradada no rúmen, de vários alimentos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.23, n.3, 1994.

Recebido em 10/09/97

Aceito em 14/07/98