

## DEGRADAÇÃO RUMINAL DA MATÉRIA SECA, DA PROTEÍNA BRUTA E DA FRAÇÃO FIBRA DE SILAGENS DE MILHO E DE CAPIM-ELEFANTE

LINDOMAR LUIZ SARTI<sup>1</sup>, CLÓVES CABREIRA JOBIM<sup>2</sup>, ANTÔNIO FERIANI BRANCO<sup>3</sup> E FÁBIO JACOBS<sup>4</sup>

1. Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM. Av. Colombo, 56.790, CEP 87.020-900, Maringá, PR
2. Professor Associado do Departamento de Zootecnia da UEM. Av. Colombo, 56.790, CEP 87.020-900, Maringá, PR. E-mail: ccjobim@uem.br
3. Professor Associado do Departamento de Zootecnia da UEM. Av. Colombo, 56.790, CEP 87.020-900, Maringá, PR. E-mail: afbranco@uem.br
4. Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM. Av. Colombo, 56.790, CEP 87.020-900, Maringá, PR

### RESUMO

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, com o objetivo de avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra de detergente neutro (FDN) da silagem de milho e de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Cameroon, inoculadas com inoculante enzimo-bacteriano (SCE-IEB) e inoculante bacteriano (SCE-IB). A degradabilidade potencial (DP) da MS e da FDN foi superior ( $P<0,05$ ) para as silagens de milho e SCE-IEB em relação

a SCE-IB, fato também observado para a degradabilidade efetiva (DE) da PB. Os valores observados para DP da MS, da PB e FDN para as silagens de milho, SCE-IEB e SCE-IB foram: 79,13%; 76,52% e 69,00%; 80,88%; 79,99% e 71,42%; 80,88%; 80,00% e 60,51%, respectivamente. A SCE-IB foi a que apresentou as maiores taxas da fração não-degradável, tanto para MS como para PB e FDN. Entre as silagens de capim-elefante, SCE-IEB apresentou os melhores resultados de degradabilidade ruminal, o que pode ser atribuído, em parte, à ação do inoculante enzimo-bacteriano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradabilidade efetiva, nitrogênio amoniacal, silagem de gramíneas.

### ABSTRACT

#### RUMINAL DEGRADATION OF DRY MATTER, CRUDE PROTEIN AND NEUTRAL DETERGENT FIBER IN ELEPHANT-GRASS AND CORN SILAGES

The work was carried out at Experimental Farm of Iguatemi, of Universidade Estadual de Maringá, to evaluate *in situ* ruminal degradability of DM, CP and NDF of corn silage and elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) silages treated with enzyme-bacteria inoculant (SCE-IEB) and bacteria inoculant (SCE-IB). DM and NDF potential degradability and CP effective degradability were greater ( $P<0.05$ ) for corn silages and SCE-

IB than for SCE-IB. Observed values for DM, CP and NDF potential degradability for corn silage SCE-IEB and SCE-IB were 79.13%, 76.52% and 69.00%; 80.88%; 79.99% and 71.42%; 80.88%; 80.00% and 60.51%, respectively. SCE-IB showed the highest rates of non-degradable fraction for DM, CP and NDF. In elephant grass silages, SCE-IB showed the best results of ruminal degradability, which, in part, could be result of enzyme-bacteria inoculant action.

**KEY WORDS:** Ammoniacal nitrogen, effective degradability, grass silages.

### INTRODUÇÃO

A nutrição de animais visando à produção de leite ou de carne leva à necessidade de forragens com alta qualidade e quantidade, de modo a obter

redução dos custos provenientes dos concentrados, sem, porém, comprometer o desempenho animal.

A planta de milho é tida como uma das principais forrageiras para produção de silagem, em virtude de sua qualidade e facilidade para confecção

e por preencher a maioria dos requisitos para confecção de uma boa silagem, o que leva a ser largamente utilizada para rebanhos leiteiros. O capim-elefante também é uma forrageira bastante utilizada para alimentação de bovinos de corte e leiteiro, pelo seu bom valor nutritivo e seu alto potencial produtivo (DESCHAMPS & BRITO, 2001). Essas características têm determinado a grande utilização desta gramínea para confecção de silagem.

Em geral, a forragem ensilada apresenta menores teores de proteínas e açúcares e maior fibra do que a forragem fresca. Durante o processo de ensilagem, parte dos açúcares é fermentada por ácidos orgânicos, e algumas proteínas são degradadas, pela atuação de enzimas, a nitrogênio não-protéico. Segundo PETIT (1994), tais modificações podem ter efeito sobre a degradabilidade da proteína bruta.

Quando se desejam elevados níveis de produção, há aumento das necessidades protéicas, e para atender a essas necessidades deve-se maximizar a eficiência de síntese de proteína microbiana. Quanto maior a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia e, possivelmente, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia (VALADARES FILHO, 1994). Para que as perdas de nitrogênio sejam reduzidas e para que seja maximizado o crescimento microbiano, há necessidade de sincronização entre as taxas de degradação da proteína e dos carboidratos.

Muitas variáveis, portanto, cercam a eficiência de uso de um volumoso. A ingestão de matéria seca é um dos fatores determinantes do desempenho animal, sendo o ponto inicial para o ingresso de nutrientes, principalmente de energia e proteína, necessário para o atendimento das exigências de manutenção e produção, enquanto a digestibilidade e a utilização dos nutrientes representam a descrição qualitativa do consumo (NOLLER et al., 1997).

Os sistemas mais modernos de dietas para ruminantes levam em consideração a cinética da degradação das diferentes frações dos alimentos, particularmente da proteína e dos carboidratos não-estruturais, além de permitir estimar o potencial de crescimento microbiano a partir da fração fermentável (TONANI et al., 2001).

A qualidade de uma forragem pode, segundo ORSKOV (1986), ser expressa pela extensão da digestão potencial (determina a quantidade de material indigestível, que ocupa espaço no rúmen), pela taxa de fermentação (influencia o tempo em que a fração digestível ocupa espaço no rúmen) e pela taxa de redução do tamanho da partícula. Essas duas primeiras características podem ser estimadas por meio da técnica do saco de náilon. A técnica do saco de náilon ou da degradabilidade *in situ* permite o contato íntimo do alimento com o ambiente ruminal, sendo a melhor forma de simulação deste meio, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como a mastigação, a ruminação e a passagem (VAN SOEST, 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a degradabilidade da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim-elefante com adição de inoculante bacteriano ou inoculante enzimo-bacteriano e da silagem de milho.

## MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá, situada no município de Maringá. Foi avaliada a cinética de degradação ruminal das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Cameroon, confeccionada com aplicação por aspersão de inoculante bacteriano Propiolact MS01, produzido pela Lallemand S.A., composto por *Lactobacillus plantarum* MA 18/5U ( $3.10^{10}$  UFC/g) e *Propionibacterium* MA 26/4U ( $3.10^{10}$  UFC/g), na dosagem de 5 g por tonelada de forragem; silagem de capim-elefante confeccionada com inoculante enzimo-bacteriano Bacto Silo, composto por *Lactobacillus plantarum* mesófilo, *Lactobacillus plantarum* termófilo e *Pedococcus* acidófilo termófilo na concentração de  $1 \times 10^9$  UFC/g de produto, além de enzima amilogucosidase, produzido pela Katec Agro Técnica, e da silagem de milho (*Zea mays* L.). As silagens foram confeccionadas em silos trincheira, sem revestimento, com capacidade para aproximadamente vinte

toneladas de matéria verde. Para o corte do capim-elefante foi empregada uma colhedora de forragem modelo Capimenta 1510, enquanto que a colheita do milho foi realizada com ensiladeira JF 92Z10. A variedade de milho utilizada na produção de silagem foi o AG 5011, produzido em fevereiro de 2000 e corte em maio de 2000.

O capim-elefante foi proveniente de uma área de capineira, estabelecida há quatro anos, sendo cortado e ensilado aos setenta dias após o corte de uniformização. Após o corte de uniformização, a área de capineira foi adubada com 80 kg de N/ha, tendo como fonte de N a uréia. Foram feitos dois silos, sendo um de silagem de capim-elefante, com emprego de inoculante bacteriano, e outro com inoculante enzimo-bacteriano.

Durante a utilização das silagens em experimento de desempenho animal (vacas em lactação) foram coletadas amostras em diferentes períodos e, posteriormente, formou-se amostra composta para cada silagem para este estudo. Foram utilizadas três vacas da raça holandesa, com peso médio de 520 kg, fistuladas no rúmen e mantidas em confinamento durante todo o período experimental. Cada animal recebeu 3,0 kg de concentrado e uma mistura das silagens, sem restrição, que seriam avaliadas no estudo de consumo. Os ingredientes usados no preparo do concentrado foram milho, farelo de soja, farelo de trigo, calcário, fosfato bicálcio, suplemento de vitaminas, sal comum e suplemento mineral, com teores de proteína bruta e nutriente digestível total de 24% e 80% respectivamente.

Os animais foram adaptados às rações, por um período de quinze dias, e os volumosos foram incubados nestes, por um período de quatro dias, sendo alimentados duas vezes ao dia, pela manhã (8h) e no período da tarde (16h). Foram utilizados os seguintes tempos de incubação: 0, 2, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, sendo que o tempo zero hora correspondeu à lavagem dos sacos em água corrente fria, para determinação da fração solúvel. Os sacos de náilon (ANKOM) utilizados foram de 10 cm x 17 cm, com poros de aproximadamente 53 microns. Em cada saco foi colocada uma amostra de aproximadamente 6,0 gramas (base MS) previamente moídas em peneira de 5 mm, o que equivale a aproximadamente 17 mg/cm<sup>2</sup>, como recomendado

na literatura. As amostras, em todos os tempos de incubação, foram colocadas juntas em suspensão no rúmen, onde os sacos foram presos a um cordão de náilon com 30 cm, preso à tampa da cânula e ancorados com peso de 0,5 kg presa à extremidade do cordão de náilon. Todas as amostras, em cada tempo, foram incubadas em duplicata.

Após a remoção, dentro de cada tempo de incubação, os sacos foram lavados ligeiramente em água corrente e em seguida acondicionados em sacos plásticos e congelados até a completa remoção dos demais. Finalmente, todos os sacos foram lavados em máquina de lavar durante cinco ciclos por dez minutos, juntamente com os sacos representando o tempo zero de incubação. Após a lavagem à máquina, todos os sacos foram secos em estufa de ar forçado, a 55 °C por 72 horas, e pesados para determinação do desaparecimento da matéria seca (MS). Nas amostras e nos resíduos, os teores de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados segundo SILVA (1990).

A degradabilidade da MS, da PB e da FDN foi calculada utilizando-se a equação descrita por ORSKOV & McDONALD (1979) –  $p = a + b(1 - e^{ct})$  – em que:

p = taxa de degradação no tempo t;

a = fração prontamente degradável;

b = fração potencialmente degradável;

c = taxa constante de degradabilidade da fração b;

t = tempo de incubação.

O cálculo da fração não-degradável da MS, da PB e da FDN foi feito por diferença [  $i = 100 - (a + b)$  ], pois o somatório do percentual das frações prontamente degradável (a), potencialmente degradável (b) e indegradável (i) é igual a 100.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS, da PB e da FDN no rúmen foi calculada usando-se a seguinte equação de ORSKOV & McDONALD (1979):  $DE = a + (b \times c/c + k)$ , em que: k = taxa estimada de passagem dos sólidos no rúmen.

Os demais parâmetros já foram descritos anteriormente. Os valores de k a serem utilizados para o cálculo da DE foram de 2%/h, 5%/h e 8%/h. A taxa de passagem de 5%/h corresponde a animais em crescimento e com produção de leite menor que quinze kg/dia, enquanto a de 8%/h seria para vacas

com produção maior que quinze kg/leite/dia (ARC, 1984).

Os valores não-lineares da equação (a, b, c) foram obtidos por meio do algoritmo de Gauss-Newton, para equações não-lineares, usando-se o Sistema de Análise Estatística SAEG versão 5.W. A análise dos dados de degradação *in situ* foi feita por meio do delineamento inteiramente casualizado com três repetições, adotando-se o procedimento “GLM” do SAS (1987), segundo o modelo

$$Y_{ij} = \mu + A_i + V_j + e_{ij}, \text{ em que:}$$

$Y_{ij}$  = parâmetro da curva do alimento *i* referente ao animal *j*;

$\mu$  = constante geral;

$A_i$  = efeito do alimento *i*;

$V_j$  = efeito da vaca *j*;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

A equação ajustada para taxa de colonização foi a proposta por DHANOA (1988), composta por

$$Y = a + b(1 - e^{-c(t-TC)}), \text{ em que:}$$

TC = taxa de colonização

$$TC = (-\ln(a' - a - b) / c)$$

Para determinação do pH e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), foram feitas amostragens do líquido de rúmen nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento dos alimentos no primeiro e terceiro dia de incubação; após as 8 horas era fornecida nova ração total. A leitura dos valores de pH foi feita com potenciômetro digital, e os teores de N-NH<sub>3</sub> foram obtidos por meio da técnica modificada de FENNER (1965).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química das forragens utilizadas neste estudo estão apresentadas na Tabela 1. Constatou-se que a silagem de milho apresenta maiores teores de MS e de PB e menores teores de FDN, de FDA, de celulose e de lignina que as silagens de capim-elefante.

A análise da degradação da matéria seca (Tabela 2) mostrou que a silagem de milho apresentou maior (P<0,05) fração prontamente degradável no rúmen (a) em relação às silagens de capim-elefante. Isso pode ser atribuído ao menor teor de FDN da silagem de milho, resultado da presença dos grãos, assim como pela maior perda de partículas de amido pela lavagem dos sacos.

**TABELA 1.** Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina, pH e N-NH<sub>3</sub> da silagem de milho e das silagens de capim-elefante inoculadas com inoculante bacteriano e inoculante enzimo-bacteriano.

Variáveis	S. milho	SCE – IEB <sup>1</sup>	SCE – IB <sup>2</sup>
MS	32,9	22,1	20,6
PB	6,9	5,2	4,7
FDN	55,0	71,7	74,0
FDA	30,3	42,0	45,9
Celulose	24,8	34,5	36,4
Lignina	4,9	6,9	7,4
pH	3,9	4,1	4,3
N-NH <sub>3</sub> (% NTotal)	8,3	16,2	20,0

1. SCE – IEB – silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano;

2. SCE – IB – silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano.

**TABELA 2.** Degradabilidade potencial (DP) e frações solúvel (a), potencialmente degradável (b), não-degradável (i) e taxa de degradação da fração “b” (c) da matéria seca das silagens de capim-elefante e da silagem de milho.

Silagens	DP <sup>3</sup>	a (%)	b (%)	i (%)	c (%/h)
S. milho	79,1 a	39,2 a	42,7 c	18,1	3 a
SCE – IEB <sup>1</sup>	76,5 a	19,0 b	63,1 a	17,9	3 a
SCE – IB <sup>2</sup>	69,3 b	18,6 b	55,5 b	25,8	3 a

Valores nas colunas seguidos de letras iguais não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

1. SCE – IEB – silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano;

2. SCE – IB – silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano;

3. DP = degradabilidade potencial.

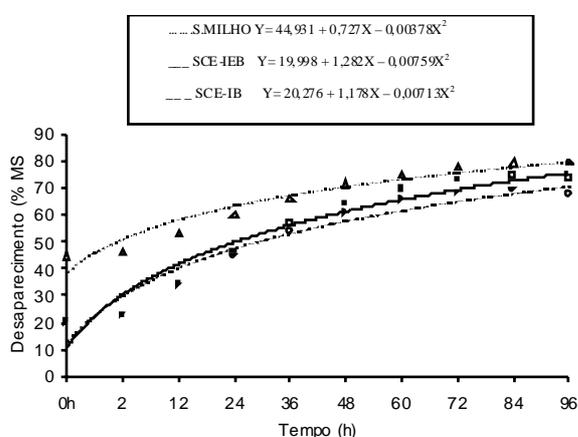
Os dados obtidos neste estudo, quando contrastados com os de outros autores, mostraram grande variabilidade para as frações degradáveis tanto para silagem de milho quanto para as silagens de capim-elefante. A degradabilidade potencial da MS foi maior (P<0,05) para a silagem de milho e SCE-IEB em relação a SCE-IB. A diferença entre as silagens de capim-elefante pode ser atribuída à ação das enzimas presentes no inoculante enzimo-bacteriano e à menor concentração de lignina nessa silagem. De acordo com MUCK & SHINNERS (2001), os produtos enzimáticos têm sido eficientes

em alcançar o objetivo de degradação da parede celular:

A silagem de milho, apesar de ter apresentado uma menor fração b, evidenciou maior taxa de desaparecimento em relação às silagens de capim-elefante (Figura 1). A alta taxa de desaparecimento da matéria seca da silagem de milho nas primeiras doze horas de incubação pode ser explicada pela presença de grãos.

Em relação à fração potencialmente degradável (b), a SCE-IEB foi superior ( $P < 0,05$ ) a SCE-IB, e esta, por sua vez, mostrou-se superior à silagem de milho. A maior fração não-solúvel e potencialmente degradável da silagem SCE-IEB pode ser atribuída ao efeito das enzimas, adicionadas via inoculante, sobre a parede celular da planta. Constatou-se que a silagem inoculada com cultura enzimo-bacteriana reduziu os teores de celulose e de lignina em 5,5% e 7,2% em relação à silagem inoculada com inoculante bacteriano. Segundo COSTA et al. (2001), a principal função da enzima é degradar a fibra da forragem durante a fermentação, tornando a silagem mais digestível. O uso de enzimas celulolíticas e hemicelulolíticas nos aditivos é um meio de aumentar o conteúdo de carboidratos solúveis em água com substrato para as bactérias ácido-láticas e como um método de melhorar a digestibilidade da matéria orgânica da silagem.

Para a taxa de degradação da fração b (c) não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as silagens.



**FIGURA 1.** Curvas de desaparecimento da matéria seca das silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano (SCE-IEB), silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano (SCE-IB) e silagem de milho.

Os dados da Figura 1 mostram também que nos períodos iniciais as silagens de capim-elefante apresentaram taxas de desaparecimento muito próximas, e que, a partir de aproximadamente duas horas de incubação, o desaparecimento da MS para a SCE-IEB passou a ser maior do que para a SCE-IB. Consta-se que, após 24 horas de incubação, as silagens SCE-IEB, SCE-IB e milho apresentaram taxas de desaparecimento de 60,2%, 46,4% e 44,4%, respectivamente. Essa diferença entre as silagens de capim-elefante pode constituir-se em importante fator a influenciar o consumo animal.

Os valores para as frações a, b e c da silagem de milho são variáveis em função, principalmente, da variedade utilizada e da quantidade de grãos na silagem, que em condições normais pode variar de 35% a 55%. JOBIM et al. (1999) obtiveram 22,58% de fração solúvel (a) para matéria seca da silagem de milho, valor este inferior ao encontrado neste trabalho. Já MANDEBVU et al. (1998) obtiveram valor para a fração (a) da silagem de milho, enquanto que GONÇALVES (2001) registrou 56,52% para fração (a), 27,50% para (b) e 0,03% para (c). Também GUIM et al. (1995a), testando o efeito de inoculante microbiano em silagem de milho, obtiveram valor da fração (a) de 31,42%, valor este menor que o observado no presente trabalho. Para a fração (b), os autores encontraram valor de 56,80%, semelhante ao deste trabalho, e valores de (c) de 0,01% a 0,02%.

Em outro trabalho avaliando silagem de capim-elefante com inoculante microbiano, GUIM et al. (1995b) encontraram para a fração (a) da matéria seca 5,78%, valor bastante inferior ao encontrado no presente estudo. Já para a fração (b) obtiveram 65,24%, valor este próximo aos observados no presente estudo.

Verificou-se (Tabela 3) que a fração prontamente degradável (a) da PB das silagens de milho e de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano (SCE-IEB) foi superior ( $P < 0,05$ ) à fração da silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano (SCE-IB). As silagens com maior fração solúvel da PB foram aquelas que apresentaram os maiores teores de PB (Tabela 1), e menor teor de  $N-NH_3$ . A SCE-IB apresentou maior percentagem ( $P < 0,05$ ) da fração potencialmente degradável (b)

em relação à silagem de milho, não diferindo da SCE-IEB. A taxa de degradação da fração “b” (c) da PB não foi diferente ( $P < 0,05$ ) entre as silagens avaliadas.

**TABELA 3.** Degradabilidade potencial (DP) e frações solúvel (a), potencialmente degradável (b), não-degradável (i) e taxa de degradação da fração “b” (c) da proteína bruta das silagens de capim-elefante e da silagem de milho.

Silagem	DP <sup>3</sup>	a (%)	b (%)	I (%)	c(%/h)
S. milho	80,9 a	51,5 a	33,3 b	15,3	3 a
SCE-IEB <sup>1</sup>	78,0 a	43,9 a	39,1 ab	17,0	3 a
SCE-IB <sup>2</sup>	71,4 a	26,8 b	45,6 a	27,6	4 a

Valores nas colunas seguidos de letras iguais não diferem pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ).

1. SCE – IEB – silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano;
2. SCE – IB – silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano;
3. DP = degradabilidade potencial.

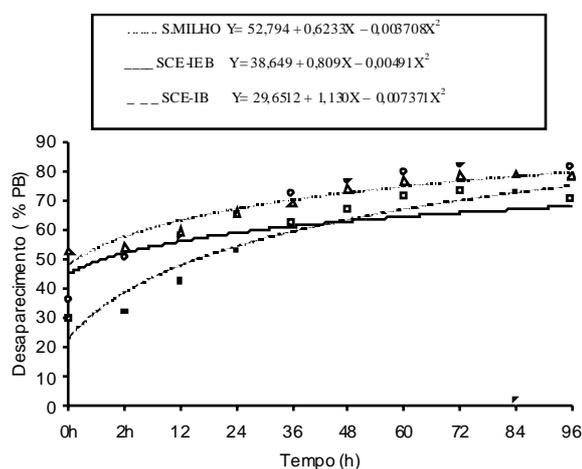
A análise da DP da PB não apresentou diferença ( $P > 0,05$ ) entre as silagens, o que indica haver bom potencial para produção de nitrogênio microbiano com as silagens de capim-elefante, mesmo com baixos teores de PB na MS.

Quando se observa a taxa de desaparecimento da proteína bruta num intervalo de tempo (Figura 2), percebe-se que as silagens de milho e a SCE-IEB apresentaram maior desaparecimento nas primeiras horas, e mostram comportamento semelhante em relação à taxa de desaparecimento por unidade de tempo.

A alta taxa de desaparecimento (Figura 2) da proteína das silagens favoreceram uma alta concentração de amônia no rúmen, principalmente para as silagens SCE-IEB e silagem de milho, que tiveram aproximadamente 50% da PB desaparecida nas primeiras duas horas. A análise da concentração de amônia no líquido de rúmen para o tempo de 2 horas após a alimentação foi a que apresentou maior concentração (22,63 mg/100 mL de fluido). O valor médio de pH encontrado no mesmo período após a alimentação foi de 6,64, valor este enquadrado nos valores (6,2 a 7,0) recomendados por HOOVER & STOKES (1991) para digestão da fibra e próximo

ao recomendado (6,7) por VAN SOEST (1994), que cita que a manutenção do pH dentro de limites fisiológicos relaciona-se à capacidade de produção de agentes tamponantes (sais e carbonatos) e à constante remoção de ácidos graxos voláteis. Sendo assim, o pH e a taxa de passagem são os modificadores químicos e físicos mais importantes da fermentação ruminal, e influenciam diretamente o fluxo de N para o duodeno e a eficiência de síntese microbiana (CARDOSO et al., 2000).

A alta fração não-degradável da PB da SCE-IB pode estar relacionada a um possível maior teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), relacionado ao maior teor de lignina e FDA da silagem (Tabela 1).



**FIGURA 2.** Curvas de desaparecimento da proteína bruta das silagens de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano (SCE-IEB), silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano (SCE-IB) e silagem de milho.

Os valores das frações da PB da silagem de milho, obtidos por diversos autores e registrados por VALADARES FILHO (1994), foram, em média, 35,0%, 60,1%, para as frações a e b respectivamente. Já para o capim-elefante, também mostrados por VALADARES FILHO (1994), a fração (a) foi de 32,1% e a fração (b) de 67,0%. A variabilidade nos valores das frações a, b e c da PB de silagens de milho e de capim-elefante pode ser creditada às características do material ensilado (composição química) e qualidade de fermentação da forragem no silo.

Os resultados obtidos para a cinética de degradação da fibra em detergente neutro (FDN) são apresentados na Tabela 4. A fração prontamente degradável (a) da silagem de milho foi maior ( $P < 0,05$ ) que a das silagens de capim-elefante. Pode-se observar que a fração FDN dos grãos contidos na silagem de milho, em função da granulometria, é perdida com maior facilidade nos sacos incubados. Outros autores também têm encontrado valores relativamente altos para a fração “a” da FDN, da silagem de milho, como é o caso de PEREIRA et al. (2000), que obtiveram 8,51% para fração (a), 68,07% para (b) e 0,02 para (c).

A fração potencialmente degradável (b) não apresentou diferença ( $P > 0,05$ ) entre as silagens. A adição de enzimas em silagem de gramíneas no momento da ensilagem pode aumentar a extensão e a taxa de degradação ruminal das forragens.

**TABELA 4.** Degradabilidade potencial e frações solúvel (a), potencialmente degradável (b), não-degradável (i) e taxa de degradação da fração “b” (c) da fibra em detergente neutro da silagem de milho e das silagens de capim-elefante.

Silagens	DP <sup>3</sup>	a (%)	b (%)	i (%)	c(%/h)	Tc(%/h)
S. milho	80,4 a	12,2 a	71,8 a	16,3 c	2 a	8,4
SCE – IB <sup>1</sup>	60,5 b	2,2 b	64,3 a	33,5 a	3 a	7,6
SCE – IEB <sup>2</sup>	80,0 a	2,0 b	78,0 a	20,0 b	2 a	8,2

Valores nas colunas seguidos de letras iguais não diferem pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ).

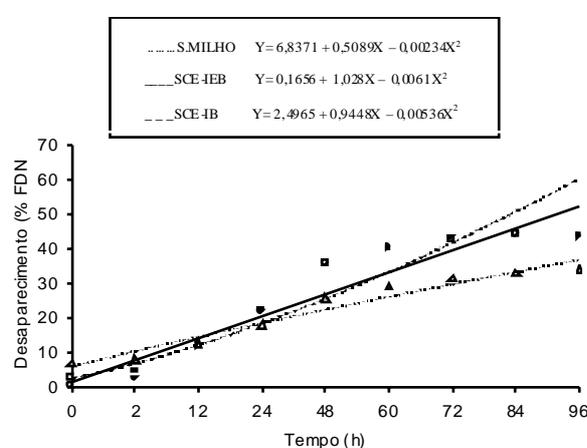
1. SCE – IB = silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano;
2. SCE – IEB = silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano;
3. DP = degradabilidade potencial.

A degradabilidade potencial da FDN da silagem de milho e da SCE-IEB foi superior ( $P < 0,05$ ) à da SCE-IB. Apesar de a SCE-IEB ter apresentado altos teores de FDA e lignina (Tabela 1), a degradabilidade potencial da FDN foi próxima à silagem de milho, podendo-se aumentar a eficiência da ação de aditivos enzimo-bacterianos na parede celular da gramínea.

A taxa de degradação da fração “b” (c) foi semelhante ( $P > 0,05$ ) para as três silagens. A fração não-degradável (i) foi maior ( $P < 0,05$ ) para a SCE-IB, evidenciando que esta apresenta menor quali-

dade da fibra em relação à silagem de capim-elefante com adição de inoculante enzimo-bacteriano e à silagem de milho.

A curva de desaparecimento da fração FDN (Figura 3) mostra que o comportamento das silagens de capim-elefante foi diferente em relação à taxa de desaparecimento da fibra. A silagem de milho apresentou, no tempo zero, alta taxa de desaparecimento, acima do esperado, pois a tendência de desaparecimento neste tempo é próxima de zero, o que pode estar relacionado à granulometria e ou resíduos de amido dos grãos.



**FIGURA 3.** Curvas de desaparecimento da fibra em detergente neutro da silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano (SCE-IEB), silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano (SCE-IB) e silagem de milho.

GUIM et al. (1995a), trabalhando com inoculante microbiano para silagem de milho, obteve valores para as frações a, b, e c da FDN de 3,63, 88,02 e 0,02, respectivamente; o valor da fração (a) foi menor e o valor de (b) maior que os observados no presente trabalho. MANDEBVU et al. (1998) encontraram para silagem de milho valores de 0,1%, 52,7% e 2,4%/h para as frações a, b e c respectivamente, sendo menores que os valores encontrados no presente estudo, com exceção da fração (c), que foi superior. GUIM et al. (1995b), trabalhando com silagem de capim-elefante, obteve -3,27% para fração (a), 67,29 para fração (b) e 0,02 para fração (c). Os resultados desse trabalho estão próximos aos encontrados no presente estudo,

principalmente no que se refere à fração (b). Já para a fração (a), sobretudo para silagem de milho, registrou-se valor alto, haja vista que a tendência desta é de se aproximar de zero, uma vez que a FDN não contém fração solúvel e requer maior tempo de colonização, mostrando este resultado não ter grande valor biológico.

De acordo com AROEIRA (1996), a degradabilidade efetiva (DE) de um alimento pode ser considerada como a energia digerida no rúmen, portanto a ingestão de alimentos com maior degradabilidade da MS, PB e da fibra proporciona maior energia disponível aos microrganismos.

A DE da MS nas taxas de passagens de 2%, 5% e 8% por hora (Tabela 5) foi maior ( $P < 0,05$ ) para a silagem de milho em relação às silagens de capim-elefante. Já entre as silagens de capim-elefante somente houve diferença na taxa de 2%/h, sendo que a SCE-IEB mostrou-se superior. A degradabilidade efetiva da MS a 8%/h mostra a superioridade da silagem de milho em termos de fração prontamente solúvel, pois mesmo numa alta taxa de passagem a degradabilidade foi maior. Isto se deve possivelmente à maior presença de carboidratos não-estruturais, na forma de amido, proveniente dos grãos de milho.

**TABELA 5.** Degradabilidade efetiva (DE) das frações de matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de milho e das silagens de capim-elefante.

Silagens	Degradabilidade efetiva (DE)								
	MS			PB			FDN		
	2%h	5%h	8%h	2%h	5%h	8%h	2%h	5%h	8%h
S. milho	65,2 a	55,8 a	51,4 a	69,2 a	61,9 a	58,9 a	43,1 a	29,1 a	23,8 a
SCE – IEB <sup>1</sup>	54,6 b	40,6 b	34,5 b	66,8 a	58,2 a	54,3 a	41,0 a	24,2 a	17,6 a
SCE – IB <sup>2</sup>	50,0c	37,7 b	32,3 b	57,2 b	47,0 b	42,0 b	39,7 a	25,5 a	19,1 a

Valores nas colunas seguidos de letras iguais não diferem pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ).

1. SCE – IEB = silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano;

2. SCE – IB = silagem de capim-elefante com inoculante bacteriano.

Os valores de DE da MS da silagem de milho foram superiores aos citados por VALADARES FILHO (1994), que obteve para silagem de milho nas taxas de 2%/h uma DE de 45,1%, em 5%/h DE de 33,4% e a 8%/h a DE de 28,6%. Enquanto que para silagem de capim-elefante, para as mesmas taxas de passagens – 2%, 5% e 8%/h –, o citado autor registrou as DE da MS de 31,0%, 19,5% e 14,8% respectivamente.

Os valores encontrados para DE da MS, tanto para silagem de milho como para as silagens de capim-elefante, neste trabalho, foram maiores que os relatados por VALADARES FILHO (1994), que apresentou valores para silagem de milho nas taxas de 2%, 5% e 8%, de 45%, 33% e 28% respectivamente, enquanto para silagem de capim-elefante de 31,0%, 19,5% e 14,8% para as respectivas taxas de passagens.

Em relação à degradabilidade efetiva da PB, a silagem SCE-IEB apresentou valor superior ( $P < 0,05$ ) a SCE-IB, independente da taxa de passagem, não havendo diferença ( $P > 0,05$ ) em relação à silagem de milho. Isso pode ser explicado pela correlação negativa existente entre os teores de FDA, com PB, DP e DE. De acordo com os valores obtidos para concentração de FDA e PB (Tabela 1), esta relação se faz verdadeira. Para a DE da PB, VALADARES FILHO (1994) encontrou, para silagem de milho, valores de 59,2%, 47,7% e 43,7%, e para silagem de capim-elefante, os valores da DE da MS foram 54,2%, 43,2% e 39,5% para as taxas de passagens de 2%, 5% e 8%, valores estes próximos ao apresentado neste trabalho.

A análise da degradabilidade efetiva da FDN não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as três silagens nas taxas de passagem de 2%,

5% e 8%/h. Apesar de a silagem de milho ter mostrado menor teor de constituintes de parede celular, a qualidade da fibra das silagens de capim-elefante foi semelhante à do milho, podendo assim proporcionar um bom consumo pelos animais.

### CONCLUSÕES

O uso de inoculante enzimo-bacteriano, em contraste com inoculante bacteriano, melhorou a DE das frações MS na taxa de passagem de 2%/h e PB da silagem de capim-elefante, porém não mostrou aumentos significativos na DE da fração FDN.

A velocidade de desaparecimento da MS foi semelhante entre silagens de capim-elefante, enquanto que o desaparecimento da PB mostrou comportamento diferente, com valores estimados às 96 horas de 81,1% (SCE-IEB) e 70,3% (SCE-IB), o que pode ser atribuído à qualidade de conservação.

### REFERÊNCIAS

- ARC. AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. Suppl.1, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, U.K., 1984. 45p.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas holandês/zebu. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 6, p. 1178-1186, 1996.
- CARDOSO, R.C.; FILHO, S.C.V.; DA SILVA, J.F.C. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F<sub>1</sub> Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1844-1852, 2000.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A. et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais... Maringá: UEM**, 2001.
- DESCHAMPS, F.C.; BRITO, C.J.F.A. de. Qualidade da forragem e participação coletiva na produção de matéria seca de diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum Macl). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1418-1423, 2001.
- DHANOVA, M.S. On the analysis of dracon bag data for low degradability feed. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 441-444, 1988.
- FENNER, H. Method determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v. 48, n. 4, p. 249-251, 1965.
- GUIM, A.; ANDRADE, P.; MALHEIROS, E.B. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente de silagens de milho (*Zea mays* L.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 1045-1053, 1995a.
- GUIM, A.; RUGGIERI, A.C.; ANDRADE, P. et al. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente das silagens de capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 1054-1061, 1995b.
- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro de alguns volumosos utilizados com diferentes relações volumoso: concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1893-1903, 2001.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3630-3644, 1991.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; MARTINS, E.N. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta de silagens da planta de milho, dos grãos úmidos e das espigas sem brácteas. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 665-670, 1999.

- MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; GATES, R.N. et al. Effect of hay maturity, forage source, or neutral detergent fiber content on digestion of diets containing tifton-85 bermudagrass and corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 73, n. 1, p. 281-290, 1998.
- MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBZ, 2001. CD-ROM.
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO, J.R.; QUEIROZ, D.S. Determinando as exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 319-351.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the tumen from inoculation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, p. 449-503, 1979.
- ORSKOV, E.R. Evaluation of fibrous diets for ruminants. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON FEEDING EVALUATION MODERN ASPECTS-PROBLEMS-FUTURE TRENDS, 1., 1985, Aberdeen. **Proceedings...** S1., Rowett. Research Institute, 1986. p. 38-41.
- PEREIRA, E.S.; PAIVA, P.C.A.; TIESENHAUSEN I.M.E.V. et al. Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de capim-elefante adicionadas de resíduo do beneficiamento do milho e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2354-2358, 2000.
- PETIT, H.V. Forage quality and its limiting factors for meat productions. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 147.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT<sup>um</sup>. **Guide for personal computers**. 6.ed. Cary, 1987. 1028p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: UFV, 1990. 165p.
- TONANI, F.L.; RUGGIERI, A.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Degradação ruminal *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 100-104, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C. Utilização da técnica *in situ* para avaliação dos alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 95-118.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.