

## VALOR NUTRICIONAL E PERDAS DURANTE A FERMENTAÇÃO DE SILAGENS DE MILHO (*Zea mays* L.) COM AÇÚCAR OU INOCULANTE

PAULA MARIA ZANETTE<sup>1</sup>, MIKAEL NEUMANN<sup>2</sup>, MARCUS VENTURA FARIA<sup>2</sup>,  
ROBSON KYOSHI UENO<sup>2</sup>, FABIANO MARAFON<sup>3</sup> e THOMER DURMAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Produção Vegetal, Unicentro, Guarapuava, PR, Brasil, pmzanette@bol.com.br

<sup>2</sup>Professor, Unicentro, Guarapuava, PR, Brasil, mikaelneumann@hotmail.com, ventura\_faria@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduando em Medicina Veterinária, Unicentro, Guarapuava, PR, Brasil

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.11, n.2, p. 178-189, 2012

**RESUMO** - Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de silagens de milho (*Zea mays* L.) aditivadas com açúcar ou inoculante bacteriano comparativamente com a convencional sobre perdas durante o processo fermentativo e valor nutricional. Foram avaliados três tratamentos: silagem sem aditivos (convencional); silagem com adição de açúcar refinado comercial; e silagem com inoculante bacteriano, composto por *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, amilase, celulase e hemicelulase, avaliados em dois estratos do silo (camada superior e camada inferior). As perdas por estrato no silo foram maiores na camada superior para MS, FDA e FDN; porém, no estrato inferior do silo, as silagens aditivadas não diferiram entre si para perdas de PB. Não houve efeito da aplicação de aditivos sobre as perdas de FDN e FDA, com valores médios de 22,58 e 19,54%, respectivamente. Maiores perdas ( $p > 0,05$ ) de PB foram obtidas na silagem tratada com inoculante bacteriano (24,25%), em comparação com a tratada com açúcar (20,05%) ou a convencional (0,13%). A silagem aditivada com açúcar teve a menor ( $p > 0,05$ ) recuperação de MS (83,01%) comparativamente à silagem convencional (85,34%) e a silagem aditivada com inoculante bacteriano resultou na maior ( $p > 0,05$ ) recuperação de MS no silo (89%).

**Palavras-chave:** aditivos, estrato no silo, perdas de matéria seca.

## NUTRITIONAL VALUE AND LOSSES DURING THE FERMENTATION OF MAIZE (*Zea mays* L.) SILAGE WITH SUGAR OR INOCULANT

**ABSTRACT** - The experiment was conducted to evaluate the effect of maize (*Zea mays* L.) silage enriched with sugar or inoculant compared with conventional on losses during the fermentation process and nutritional value. Three treatments were evaluated: no additives (conventional), with added sugar and with an inoculant comprising *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, amylase, cellulase and hemicellulase, evaluated at two layers of the silo (upper layer and bottom layer). The losses per silo stratum were higher in the upper layer for DM, ADF and NDF, but in the lower stratum of the silo, silage additive formulations did not differ for losses of CP. No effects of additive application were observed on the losses of NDF and ADF, with average values of 22.58 and 19.54% respectively. Higher losses ( $p > 0.05$ ) of CP were obtained in silage treated with inoculant (24.25%) compared with the sugar-treated (20.05%) or conventional (0.13%). The silage additives with sugar had the lowest ( $p > 0.05$ ) DM recovery (83.01%) compared to conventional silage (85.34%) and the addicted with the silage inoculant that resulted in higher ( $p > 0.05$ ) DM recovery (89%) in the silo.

**Key words:** additives, silo stratum, dry matter losses.

A eficiência de qualquer sistema de conservação de forragens deve considerar não apenas o valor nutricional do produto final, mas também as perdas ocorridas desde a colheita do material vegetal até a alimentação dos animais (McDonald et al., 1991). Dessa maneira, perdas durante os processos de fermentação, relacionadas às alterações químico-bromatológicas da forragem ensilada, têm sido enfocadas em vários estudos (Neumann et al., 2007).

Nos últimos anos, o interesse por aditivos classificados como produtos estimulantes da fermentação da silagem, contendo enzimas e culturas de bactérias específicas, vem aumentando (Corrêa & Pott, 2007). O princípio da adição da enzima na ensilagem é estimular a quebra de carboidratos mais complexos, como o amido, em açúcares simples, que podem ser utilizados pelas bactérias lácticas (McDonald et al., 1991). Os tipos de enzima mais utilizados incluem as celulases, hemicelulases, amilases e pectinases; enquanto que, no uso de bactérias, utilizam-se cepas específicas dos gêneros *Lactobacillus*, *Pedococcus* ou *Streptococcus*, predominantemente, as espécies *Lactobacillus plantarum* e *Streptococcus faecium*, que visam a assegurar número e espécies de bactérias adequadas e dominadoras para rápida e eficiente fermentação do material ensilado (Corrêa & Pott, 2007).

O melaço tem sido incluído em estudos de ensilagem com a finalidade de aumentar o teor de carboidratos solúveis da massa ensilada, possibilitando o aumento da concentração de carboidratos após a fermentação acética para a fermentação láctica e, com isso, otimizar a produção de ácido láctico (Corrêa & Pott, 2007). Porém, trabalhos com melaço ou açúcar são escassos na literatura, sendo pouco comum o uso científico deste tipo de aditivo no Brasil, o que acarreta pouca informação, e justifica a experimentação sobre os efeitos de tal aditivo.

Ressalta-se ainda que, na prática, procura-se maior eficiência econômica no processo, primando por menores perdas e pela manutenção da qualidade nutricional da forragem. Assim, é de grande interesse prático a avaliação criteriosa das perdas e dos nutrientes recuperados que podem ocorrer.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de açúcar ou inoculante bacteriano em silagem de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas e o valor nutritivo da silagem resultante.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Núcleo de Produção Animal (Nupran) do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), em Guarapuava, PR, Brasil, no período de 22 de outubro de 2008 a 26 de dezembro de 2009.

O clima da região de Guarapuava, é o Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado, conforme a classificação de Köppen, em altitude de aproximada de 1.100 m, precipitação média anual de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7 °C, temperatura média máxima anual de 23,5 °C e umidade relativa do ar de 77,9%.

Este estudo foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído em um esquema de parcela subdividida, sendo três tratamentos (silagem com açúcar, com inoculante e convencional) e dois estratos dos silos (superior e inferior), com três repetições, em que cada silo representou uma unidade experimental, de forma que o efeito do tratamento da silagem foi alocado nas parcelas, estando o estrato no silo organizado nas sub-parcelas (profundidade dos estratos do silo: superior e inferior).

A lavoura foi implantada em 22 de outubro de 2008, com o híbrido SG 6010, em sistema de plantio direto, utilizando-se espaçamento de linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de cinco sementes por metro linear.

Foi utilizada adubação de base de 350 kg ha<sup>-1</sup>, com o fertilizante 08-30-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Após 35 dias do plantio, foi feita uma adubação em cobertura com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia. No manejo da cultura até 30 dias após emergência das plantas, foi aplicado o herbicida (atrazina 50%: 4 l ha<sup>-1</sup>) e o inseticida (Karate 5,0%: 150 ml ha<sup>-1</sup>) para controle da lagarta-do-cartucho.

A colheita das plantas de milho no estágio de grão farináceo ocorreu entre os dias 02 e 03 de março de 2009, com o auxílio de uma ensiladeira marca JF-Z10, com regulagem de tamanho de partícula entre 8 e 12 mm.

O material colhido foi transportado, depositado em um local previamente nivelado e bem drenado, compactado com o auxílio de um trator em silos tipo “semitrincheira” com as dimensões de 1,75 m de largura, 6 m de comprimento e 1,2 m de altura, sendo cada um completamente vedado e protegido com lona dupla face de 200 µ. Deste modo, em função dos tratamentos avaliados, foram preparados nove silos com capacidade aproximada de 6.500 kg de material original cada.

Foram avaliadas as perdas de nutrientes durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens de milho, sob os efeitos de três tratamentos: silagem sem aditivos (convencional); silagem com adição de açúcar refinado comercial; e silagem com inoculante bacteriano. A inclusão de açúcar foi equivalente a 2,3%, com base na matéria seca da silagem com 32% de MS, o que representa 8 kg de açúcar por tonelada de material original. Já a

adição do inoculante bacteriano manteve a relação de 20 g de produto comercial diluído em 4 l de água para cada tonelada de material original.

A composição dos produtos utilizados nos tratamentos foi considerada aquela fornecida pelo fabricante, sendo para o açúcar: sacarose 99%, glucose e frutose 0,4%, minerais 0,2%, ferro 0,001%, umidade 0,3%; e para o inoculante biológico Maize-all, da empresa Alltech Ltda.: dextrose, *Enterococcus faecium* (1 x 10<sup>10</sup> UFC g<sup>-1</sup>), *Lactobacillus plantarum* (1 x 10<sup>10</sup> UFCg<sup>-1</sup>), *Pediococcus acidilactici* (1 x 10<sup>10</sup> UFC g<sup>-1</sup>), enzimas amilase, celulase e hemicelulase; o que permitiu uma concentração na forragem, conforme a concentração de aplicação, de 20 x 10<sup>10</sup> UFC por tonelada de material original.

A aplicação dos aditivos visou à maior homogeneização. Para tanto, utilizou-se um pulverizador costal com capacidade de 20 l, onde diluiu-se o produto. A aplicação no material original deu-se no momento da descarga no silo, sendo logo em seguida revirado continuamente por meio de garfos, de modo que o inoculante tivesse contato com todo o material original antes de se iniciar a compactação. A aplicação do açúcar foi feita manualmente, espalhando-se o açúcar em pó sobre o material original. A homogeneização foi obtida da mesma forma que para a aplicação do inoculante.

Durante a ensilagem, foram locados dois “bags” no perfil de cada silo, contendo material original com peso conhecido. A designação “bags” refere-se a um saco de náilon maleável 100% poliamida, com poros de 85 micrômetros, dimensões de 12 x 50 cm de diâmetro e comprimento, respectivamente, com capacidade média de 2 kg, com nível de compactação de 350 kg m<sup>-3</sup> de matéria verde (material original). Os “bags” foram dispostos no silo, no sentido do seu comprimento a três metros (porção central) do

final do silo, sendo o primeiro no estrato inferior (0,4 m de altura) e o segundo no estrato superior (0,8 m de altura), mantendo-se centralizados em relação às paredes laterais de cada silo, alocados nas posições (alturas) conforme o enchimento do silo.

Cada “bag” vazio foi identificado, pesado individualmente e novamente pesado após seu enchimento com o material original, obtendo-se 2 kg de material alocado dentro do “bag”. Para vedar os “bags”, foram utilizados lacres do tipo braçadeira flexível de PVC. A compactação final da massa contida nos “bags” foi efetuada com o auxílio de um trator no silo, buscando a mesma compactação entre material original do “bag” e silo.

No momento de inserção dos “bags” em cada um dos silos, paralelamente, amostras semelhantes (homogêneas e representativas) dos materiais originais, compreendido por ser a planta picada verde no momento imediatamente anterior à ensilagem, foram coletadas para pré-secagem e congelamento para determinação do valor nutricional do material original em cada um dos tratamentos.

A abertura dos nove silos ocorreu simultaneamente, aos 284 dias após ensilagem. O resgate dos “bags” ocorreu com o aparecimento dos mesmos no painel dos silos, nos dois pontos pré-determinados (o primeiro na porção inferior e o segundo na porção superior). Diariamente foi retirada uma fatia de 10 cm (dividida em duas retiradas de 5 cm) durante o período de alimentação dos animais confinados.

Nas amostras do material original e dos resgatados em cada “bag”, uma parte na forma *in natura* foi utilizada para determinação de pH, enquanto a outra parte foi pesada e pré-secada em estufa de ar forçado a 55 °C por 72 h, sequencialmente, retirada da estufa e pesada novamente para determinação do

teor de matéria parcialmente seca e moída em moinho tipo “Wiley”, com peneira de malha de 1 mm.

Nas amostras pré-secas, foi determinada a matéria seca total (MS) em estufa a 105 °C e proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, conforme Cunniff (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados conforme Van Soest et al. (1991), utilizando-se  $\alpha$  amilase termo estável, e de fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering & Van Soest (1970). Os valores de hemicelulose (HEM) foram obtidos por diferença entre FDN e FDA.

As perdas de nutrientes (MS, PB, FDN e FDA) foram expressas por diferença de gradientes entre material original e material desensilado, associado ao peso dos “bags” na ensilagem e “desensilagem”, conforme extrato no silo (porção inferior - profundidade de 0 a 40 cm ou porção superior - profundidade de 40 a 80 cm), conforme Neumann et al. (2007), que considera a diferença de nutrientes encontrada na matéria seca perdida, ou seja, do que se perdeu na “desensilagem” dá-se os pontos percentuais que foram em PB, FDN e FDA.

A eficiência de compactação ( $\text{kg m}^{-3}$ ) na base seca foi avaliada utilizando-se um anel metálico de 10 cm de diâmetro e 15 cm de altura, introduzido sob pressão nos estratos inferior e superior da massa estruturada da face dos silos para a retirada de um volume definido de silagem compactada e subsequentes pesagem e amostragem.

Os dados coletados para cada variável foram submetidos a análise de variância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993), e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste Tukey à probabilidade de 5%. Para as variáveis relativas às perdas de MS, PB, FDA e FDN, a análise de cada variável seguiu o modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + TS_i + S_{ij} + ES_k + (TS*ES)_{ik} + E_{ijk}$ .

## Resultados e Discussão

Não houve interação ( $p > 0,05$ ) entre os fatores tipo de material (material original e silagem) e tratamento de silagem para as variáveis de MS, PB, FDN, FDA e HEM (Tabelas 1 e 2).

Na média geral, os teores de MS e de PB foram semelhantes na comparação entre estrato de silo e/ou na comparação entre material original (planta) e silagem resultante, apresentando valores médios de 33,41 e 4,64%, respectivamente.

Os dados das Tabelas 1 e 2 confirmam que somente o teor de PB foi influenciado pelo uso de aditivos na silagem, mostrando menor valor ( $p < 0,05$ ) com ino-

culante (4,06%) em relação às silagens sem aditivos (5,4%) ou aditivadas com açúcar (4,77%). Enquanto que, para os teores de MS, FDN, FDA e HEM, não houve alteração. Porém, mesmo não diferindo estatisticamente, a planta de milho (material original) que teve incluso o açúcar teve menor valor de FDN, por efeito de diluição do próprio açúcar (57,6% na convencional contra 53,9% na silagem adicionada de açúcar), o que favoreceu, da mesma forma, o resultado menor de FDN também na silagem resultante com açúcar. Assim, não se pode afirmar que este menor valor foi efeito real do açúcar sobre a planta de milho.

Ferlon et al. (1995) alertam que a maior disponibilização de açúcares para o processo fermentativo

**TABELA 1.** Teores médios percentuais de matéria seca e proteína bruta da planta e das silagens resultantes, com uso de diferentes aditivos, conforme estrato no silo<sup>1</sup>.

Estrato no silo	Silagem			Média
	Convencional	Açúcar	Inoculante	
MS da planta (%)				
Superior	32,50	34,50	35,50	34,17 a
Inferior	32,17	34,00	33,55	33,24 a
Média	32,33 a	34,25 a	34,50 a	33,71 A
MS da silagem (%)				
Superior	32,88	33,48	33,04	33,13 a
Inferior	33,91	31,83	33,50	33,08 a
Média	33,39 a	32,66 a	33,27 a	33,11 A
PB da planta (% na MS)				
Superior	4,50	4,60	4,45	4,42 a
Inferior	4,72	4,84	4,44	4,67 a
Média	4,61 a	4,72 a	4,44 a	4,55 A
PB da silagem (% na MS)				
Superior	5,29	4,16	4,21	4,55 a
Inferior	5,47	5,37	3,90	4,91 a
Média	5,38 a	4,77 a	4,06 b	4,73 A

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F, na comparação entre planta e silagem, para cada variável. Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey, na comparação entre os tratamentos. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F, na comparação entre estratos de silo.

de silagens ricas em grãos nem sempre é positiva, uma vez que há possibilidade de esses açúcares também favorecerem a produção de alcoóis por leveduras, o que representa aumento de perda da matéria seca e da capacidade de putrefação da silagem após a abertura do silo e redução do consumo de silagem pelo animal. Baytok et al. (2005) relatam que o melaço estimula sim a fermentação, porém este aditivo não é capaz de prevenir a proteólise durante a lenta queda do pH que ocorre na adição do melaço na silagem.

Rodrigues et al. (2004), na comparação entre material original e silagem, encontraram redução nos valores de FDN (69,66% contra 63,37%) e de FDA (39,11% contra 38,47%), sendo que os autores expli-

caram estas reduções como resultado da degradação da HEM por meio da ação de enzimas da própria planta e/ou adicionadas ao material, o que pode justificar o fato de, no presente trabalho, existir tendência de reduções de FDN e da FDA na silagem que teve adicionadas enzimas no preparo.

Bautista-Trujillo et al. (2009), ao trabalharem com silagem de milho adicionada de 10 % de melaço de cana-de-açúcar na matéria natural, relataram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para redução de FDA frente à silagem sem melaço. Enquanto que Paviz et al. (2010), ao ensilarem sorgo com inoculante bacteriano ou 5% de melaço na matéria natural, não encontraram diferenças para FDN entre os tratamentos e o controle.

**TABELA 2.** Teores médios porcentuais de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da planta e silagens resultantes, com uso de diferentes aditivos, conforme estrato no silo.

Estrato no silo	Silagem			Média
	Convencional	Açúcar	Inoculante	
	FDN da planta (% na MS)			
Superior	58,31	55,27	56,41	56,67
Inferior	56,90	52,55	56,52	55,32
Média	57,60 a	53,91 a	56,46 a	56,00 A
	FDN da silagem (% na MS)			
Superior	54,31	49,99	47,28	50,53
Inferior	52,50	50,61	49,50	50,87
Média	53,41 a	50,30 a	48,39 a	50,70 B
	FDA da planta (% na MS)			
Superior	34,78	33,58	33,41	33,92
Inferior	34,38	30,91	33,58	32,96
Média	34,58 a	32,24 a	33,48 a	33,44 A
	FDA da silagem (% na MS)			
Superior	33,71	31,29	29,32	31,44
Inferior	31,91	31,50	30,89	31,43
Média	32,81 a	31,40 a	30,10 a	31,44 B

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F, na comparação entre planta e silagem, para cada variável. Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Teste Tukey, na comparação entre os tratamentos. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste F, na comparação entre estratos de silo.



Segundo Neumann et al. (2007), durante o preparo da silagem, pode haver redução nos teores de carboidratos solúveis ocasionada por perdas durante o processo fermentativo, resultando em elevação nos valores de FDA por efeito de diluição, uma vez que os dados são expressos em % da MS. Já Senger et al. (2005) relatam que, sob condições de boa (700 kg de MV m<sup>-3</sup>) e má (400 kg de MV m<sup>-3</sup>) compactação, verificaram que, em silagens de milho úmidas (20% de MS), os teores de FDN da silagem resultante foram superiores à forragem fresca, devido possivelmente à perda de açúcares solúveis, causando aumento dos carboidratos fibrosos, enquanto em silagens de milho mais secas (26 a 28% de MS) os teores de FDN foram diminuídos com o processo de ensilagem em relação à forragem fresca, devido à redução da fração de HEM consumida durante a fermentação. Assim, estas diferenças podem ser atribuídas a variações nos processos bioquímicos que ocorreram nas silagens (Tosi & Jobim, 2001).

Concordante, Van Soest (1994) afirma que a fração fibrosa do material ensilado pode ser modificada, em decorrência do decréscimo dos carboidratos solúveis, de parte da fração celulose e da degradação variável da fração hemicelulose (FDN) no processo de ensilagem. Uma vez que fazem parte da planta, implicam em modificações da fração fibrosa na silagem.

Segundo Corrêa & Pott (2007), o princípio da adição da enzima na ensilagem é o de estimular a quebra de carboidratos mais complexos, como o amido, em açúcares simples, que podem ser utilizados pelas bactérias lácticas, sendo que os tipos de enzima mais utilizados incluem as celulasas, hemicelulasas, amilases e pectinases.

Na Tabela 3, estão apresentados os valores encontrados para potencial hidrogeniônico (pH) e

massa específica (eficiência de compactação), conforme estrato do silo. Observa-se que a inclusão de diferentes aditivos não causou mudanças significativas ( $p > 0,05$ ) para pH e compactação, apresentando valores médios de 3,93 kg m<sup>-3</sup> e 506 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente. Houve diferença ( $p < 0,05$ ) de pH e compactação conforme estrato do silo, sendo encontrados valores de pH de 4,11 contra 3,76; e valores de compactação de 444 kg m<sup>-3</sup> contra 567 kg m<sup>-3</sup> para estrato superior e inferior, respectivamente.

O processo de “desensilagem” é marcado, principalmente, pela desestruturação da massa, com conseqüente entrada de O<sub>2</sub> e ativação dos processos químicos, físicos e microbiológicos que atuam em detrimento do valor nutritivo da silagem (McDonald et al., 1991).

Segundo McDonald et al. (1991), as alterações na composição das silagens são acompanhadas pelo aumento do pH e concentração de nitrogênio amoniacal, variáveis importantes na avaliação das perdas ocorridas pela respiração das partículas, atuação de microorganismos aeróbios, processos de decomposição ou perdas por efluentes. Logo, a aferição do valor de pH é condizente com a verificação da qualidade da silagem.

Segundo Mülbach (1999), silagens de milho destinadas a alimentação de ruminantes devem apresentar pH abaixo de 4,0; valores estes que permitem não ocasionar problemas de redução da palatabilidade da silagem ou do consumo voluntário de alimentos, além de determinar menores sobras no cocho.

Rodrigues et al. (2004), da mesma forma, não encontraram diferença quanto à inoculação para valores de pH da silagem de milho, sendo que obtiveram, para o controle pH, média de 4,03 e, para inoculada, pH de 4,05. Também Silva et al. (2006),

**TABELA 3.** Massa Específica e pH em silagens com uso de diferentes aditivos, conforme estrato no silo.

Estrato no Silo	Silagem			Média <sup>1</sup>
	Convencional	Açúcar	Inoculante	
	pH			
Superior	4,04	4,22	4,07	4,11 A
Inferior	3,76	3,72	3,80	3,76 B
Média	3,90	3,97	3,94	
	Massa Específica, kg m <sup>-3</sup> MV			
Superior	425	445	461	444 B
Inferior	570	572	560	567 A
Média	498	509	511	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Teste Tukey.

avaliando consumo e a digestibilidade dos nutrientes da silagem de milho, verificou que o pH não foi influenciado pelas dietas experimentais, ressaltando que, neste parâmetro, não se evidenciou mérito atribuído a silagens preparadas com uso do inoculante microbiano.

Aminah et al. (2001), ao trabalharem com silagem de capim setária [*Setaria sphacelata* (Schumacher.)] adicionada de 4% de melaço, conseguiram produzir silagem de qualidade com pH de 4,07; o que não foi possível na silagem sem o aditivo. Já Catchpoole (2003) adicionou sacarose a silos laboratoriais de silagem de setária e *Chloris gayana* Kunth e conseguiu uma acidificação para um pH de 3,8. Bautista-Trujillo et al. (2009) encontraram valores de pH entre 3,8 e 3,9 ao trabalharem com silagem de milho adicionada de 10% de melaço de cana-de-açúcar na matéria natural. Arbabi & Ghoorchi (2008), ao adicionarem 1,6% de melaço na silagem de setária, obtiveram pH de 3,93; valores estes semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Na Tabela 4, são apresentados os valores percentuais das perdas de matéria seca (PeMS), de proteína bruta (PePB), de fibra em detergente neutro

(PeFDN) e de fibra em detergente ácido (PeFDA) em porcentagem da matéria seca perdida, conforme estrato no silo.

Não houve interação ( $p > 0,05$ ) entre os fatores aplicação de aditivos e o estrato no silo para as variáveis de PeMS, PeFDN e PeFDA. Porém, para PePB, houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os fatores (Tabela 4).

De forma geral, apenas foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) para PeMS (15,50 contra 13,52%), PeFDN (25,56 contra 19,59%) e PeFDA (23,12 contra 15,96%), para estrato no silo, em que as perdas foram maiores no estrato superior do silo em relação ao inferior, independentemente da inclusão de aditivos (Tabela 4).

Na Tabela 4 também pode ser observado que a silagem aditivada com inoculante bacteriano teve a melhor recuperação de matéria seca ( $p < 0,05$ ), sendo que as perdas de MS foram de 11,87%, enquanto para silagem convencional foram de 14,66% e a silagem aditivada com açúcar teve as maiores perdas 16,99%.

O efeito na fermentação produzido pelo inoculante deve aumentar a digestibilidade da mesma forma que aumenta a recuperação de matéria seca.



Estudos com inoculantes mostram melhora no desempenho animal em apenas 21% dos casos, enquanto o processo fermentativo é melhorado em 60% das vezes (Muck, 1993). Siqueira et al. (2007), ao trabalharem com silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante, encontraram maior recuperação de MS frente à silagem sem a inclusão do inoculante. Da mesma forma, Pedroso et al. (2007), em silagens tratadas com *L. buchneri*, encontraram 56% a mais em recuperação de MS frente à silagem controle.

A interação obtida entre os fatores aplicação de aditivos e estrato do silo para as perdas de proteína bruta mostram menores perdas ( $p < 0,05$ ) para a silagem sem aditivos (0,13%), comparativamente às silagens aditivadas com açúcar (20,05%) ou inoculante (24,25%).

A silagem com açúcar, contrariamente aos outros tratamentos, apresentou maiores perdas ( $p < 0,05$ ) no estrato inferior do silo (26,77 contra 7,63%) (Tabela 4).

Neumann et al. (2007), ao trabalharem com altura de corte e tamanho de partícula para silagem de milho, constataram que as silagens com partículas maiores (entre 1 e 2 cm) apresentaram maiores perdas de PB no estrato inferior.

Hetta et al. (2003) relatam que a adição de melaço reduz a concentração de ácido acético na silagem. Já Bautista-Trijilio et al. (2009) inferem que a palatabilidade do volumoso é melhor em baixa concentração de ácido acético. Contudo, a presença de algum ácido acético é necessária como inibidor do crescimento fúngico e, com pouco deste ácido, a sila-

**TABELA 4.** Perdas de matéria seca (PeMS), proteína bruta (PePB), fibra em detergente neutro (PeFDN) e fibra em detergente ácido (PeFDA) da matéria seca perdida, em silagens com diferentes aditivos, conforme estrato no silo<sup>1</sup>.

Estrato no silo	Silagem			Média
	Convencional	Açúcar	Inoculante	
	PeMS (%)			
Superior	16,57	17,01	12,90	15,50 A
Inferior	12,75	16,97	10,84	13,52 B
Média	14,66 AB	16,99 A	11,87 B	
	PePB (% MS perdida)			
Superior	- 1,69 c	7,63 b	26,77 a	10,90
Inferior	1,94 c	32,47 a	21,73 a	18,71
Média	0,13	20,05	24,25	
	PeFDN (% MS perdida)			
Superior	24,78	24,98	26,91	25,56 A
Inferior	16,69	20,09	22,00	19,59 B
Média	20,74 A	22,53 A	24,45 A	
	PeFDA (% MS perdida)			
Superior	23,21	22,67	23,48	23,12 A
Inferior	14,46	15,42	18,01	15,96 B
Média	18,83 A	19,04 A	20,75 A	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente teste si ( $p < 0,05$ ) pelo Teste Tukey. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Teste "F".

gem fica favorável a espoliação e deterioração quando exposta ao ar (Weinberg et al., 2003).

Paviz et al. (2010) relatam que o melaço tem grande quantidade de cinzas, que podem interferir na capacidade tampão do processo fermentativo. Miron et al. (2005) relatam que excessos de carboidratos solúveis na silagem podem aumentar a incidência de fermentações secundárias indesejáveis após a exposição a uma condição aeróbia. Paviz et al. (2010) completam que análises de regressão indicam que a deterioração aeróbia está relacionada positivamente a altas concentrações de carboidratos solúveis, ácido láctico e ácidos graxos na silagem.

### Conclusões

O uso do inoculante enzimático-bacteriano foi efetivo na manutenção do valor nutritivo e na redução de perdas de nutrientes na fermentação da silagem. Ocorreram no estrato superior do silo, devido ao maior potencial hidrogeniônico e à menor eficiência de compactação, maiores perdas de matéria seca, independente do uso de aditivos.

### Referências

- AMINAH, A; ABU BAKAR, C.; IZHAM, A. Silages from tropical forage: Nutritional quality and Milk production. In: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1. 2001, Rome. **Proceedings...** Rome; Fao, 2000. p. 129-132. (FAO Plant Production and Protection paper, 161).
- ARBABI, S; GHOORCHI, T. The effect of different levels of molasses as silage additives on fermentation quality of Foxtail Millet (*Setaria italica*) silage. **Asian Journal of Animal Sciences**, Ghaziabad, v. 2, p. 43-50, 2008.
- CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.1025 p.
- BAUTISTA-TRUJILLO, G. U.; COBOS, M. A.; VENTURA-CANSECO, L. M. C.; AYORATALAVERA, T.; ABUD-ARCHILA, M. Effect of sugarcane molasses and whey on silage quality of maize. **Asian Journal of Crop and Science**, Faisalabad, v. 1, p. 34-39, 2009.
- BAYTOK, E.; AKSU, T.; KARSLI, M. A.; MURUZ, H. The effect of formic acid, molasses and inoculant as silage additives on corn composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. **Turkish Journal of Veterinary Animal Science**, Ankara, v. 29, p. 469-474, 2005.
- CATCHPOOLE, V. R.; Laboratory ensilage of *Setaria sphacelata* (Nandi) and *Chloris gayana* (C.P.I. 16144). **Australian Journal of Agricultural and Research**, Victoria, v. 16, p. 391-402, 2003.
- CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de Capim. In: CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: NEFOR, 2007 p.
- FERLON, D. R.; HENDERSON, A. R.; ROOKE, J. A. The fermentative preservation of grasses and forage crops. **Journal of Applied Bacteriology**, London, v. 79, n. 24, p. 118-131, 1995. Suplemento
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications**. Washington, D.C, [s.n.], 1970. p. 379. (Agricultural Handbook)
- HETTA, M.; CONE, J. W.; GUSTAVSSON, A. M.; MARTINSSON, K. The effect of additives in silages of pure timothy and timothy mixed with red clover on chemical composition and *in vitro* rumen fermentation

- characteristics. **Grass and Forage Science**, Oxford, n. 58, p. 249-257, 2003.
- McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340 p.
- MIRON, J.; ZUCKERMAN, E.; SADEN, D.; ADIN, G.; NIKBACHAT, M. Yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilages characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.120, p.17-32, 2005.
- MUCK, R. E. The role of silage additives in making high quality silage. In: **SILAGE PRODUCTION FROM SEED TO ANIMAL**. New York: Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service, 1993. n. 67, p. 106-116.
- MUHLBACH, P. R. F. Silagem: produção com controle de perdas. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELOS, J. O. J.; HESSLER, A. M. (Ed.). **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica, 1999. p. 97-120.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P.R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vicosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1395-1405, 2007.
- PAVIZ, M. M.; GHOORCHI, T.; GHANBARI, F. Effects of molasses and bacterial inoculant on chemical composition and aerobic stability of sorghum silage. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, New York, p.1-6, 2010.
- PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S.; PAZIANI, S. F.; IGARASI, M. S.; MICHELI, R. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 558-564, 2007.
- RODRIGUES, P. H. M.; RUZANTE, J. M.; SENATORE, A. L.; LIMA, F. R.; MELOTTI, L.; MEYER, P. M. Avaliação do Uso de Inoculantes Microbianos sobre a Qualidade Fermentativa e Nutricional da Silagem de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 538-545, 2004.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide**: statistics, version 6. 4. ed. Cary, 1993. v. 2, 943 p.
- SENGER, C. C. D.; MUHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B. Composição química e digestibilidade "*in vitro*" de silagem de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, 2005.
- SILVA, A. V.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; CECON, P. R.; FERREIRA, L. L. F. Consumo e digestibilidades dos nutrientes em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 2469-2478, 2006.
- SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T. F.; AMARAL, R. C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 2000-2009, 2007.
- TOSI, H.; JOBIM, C. C. Conservação de forragens: silagem. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; CHMIDELL, W.; LIMA, U. A. (Coord.). **Biotecnologia industrial na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 4, p. 491-505.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of**

- Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University 1994. 76 p.
- WEINBERG, Z. G.; MUCK, R. E.; WEIMER, P. J. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. **Journal of Applied Microbiology**, Danvers, v. 94, p. 1066-1071, 2003.