

# Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia

Solidete de Fátima Paziani<sup>1\*</sup>, Luiz Gustavo Nussio<sup>3</sup>, Daniele Rebouças Santana Loures<sup>2</sup>, Maurício Scoton Igarasi<sup>4</sup>, André de Faria Pedroso<sup>5</sup> e Lucas José Mari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA/SAA), Rodovia Votuporanga-Nhandeara, km 04, 15500-000, Cx. Postal 61, Votuporanga, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (USP/ESALQ), Piracicaba, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Setor Ruminantes, Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (Usp/Esalq), Piracicaba, São Paulo, Brasil. <sup>4</sup>Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu, São Paulo, Brasil. <sup>5</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), São Carlos, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: solidete@apta regional.sp.gov.br

**RESUMO.** Foram avaliados os efeitos do teor de matéria seca e da adição de inoculante bacteriano sobre a composição químico-bromatológica e perdas em silagens do capim Tanzânia. O uso do inoculante não foi efetivo em preservar a PB. Os índices de recuperação de matéria seca e as perdas de MS, na forma de efluente e gases, foram respectivamente de 90,6%; 53,7 kg t<sup>-1</sup> MV e 6,4% da MS nas silagens não-emurchecidas, 93,6%; 16,8 kg t<sup>-1</sup> MV e 5,0% com adição de milho grão e 92,2%; 3,6 kg t<sup>-1</sup> MV e 6,2% naquelas emurchecidas. As densidades de massa verde/matéria seca foram 346/105, 455/145 e 442/97 kg m<sup>-3</sup> nas silagens emurchecidas, adicionadas com milho e com umidade original, respectivamente. Como a elevação no teor de MS não alterou o índice de recuperação de MS, apesar de promover algumas modificações na composição química das silagens, a opção pelos tratamentos vai depender da ponderação de fatores que facilitem a operacionalidade e reduzam os custos na confecção da silagem.

**Palavras-chave:** densidade, efluente, perdas, pH, tamanho de partícula.

**ABSTRACT.** Effects of dry matter content and bacterial inoculant on the physical and chemical properties and losses in Tanzânia grass silage. The present trial aimed to study the effect of dry matter content and the addition of bacterial inoculant on the ensilage of Tanzânia grass. The bacterial inoculant did not alter crude protein content. Dry matter recovery rates, effluent yield and DM gases losses were 90.6%, 53.7 kg t<sup>-1</sup> wet forage, 6.4% for the wet silages; 93.6%, 16.8 kg t<sup>-1</sup> wet forage, 5.0% for millet added silages and 92.2%, 3.6 kg t<sup>-1</sup> wet forage, 6.2% for the wilted silages, respectively. The silages dry matter content influenced wet bulk density/dry matter silo bulk density resulting in 346/105, 455/145 and 442/97 kg m<sup>-3</sup> for the wilted, millet added and wet silages, respectively. Because the increase on dry matter content was not offsets in DM recovery rate, although there were some changes in chemical composition, the adoption and field recommendation of strategies will be dependent on the operational and costs restrictions.

**Key words:** density, effluent, losses, pH, particle size.

## Introdução

O Brasil apresenta condições favoráveis para a produção de gramíneas forrageiras de elevado potencial produtivo e dentre elas vêm se destacando gramíneas do gênero *Panicum*, tanto no estabelecimento de novas áreas como em substituição a algumas forrageiras de menor potencial produtivo e em sistemas mais intensificados. Mas, independente da espécie, a produção das gramíneas é afetada pela estacionalidade anual com escassez no inverno (Lavezzo, 1985) e como as gramíneas do gênero *Panicum* apresentam hábito de crescimento cespitoso e requerem manejo adequado para evitar o acúmulo

de colmos e queda na qualidade nutricional, a ensilagem do excedente produzido no verão é uma forma eficiente de utilização.

No entanto, o excesso de umidade e o baixo teor de carboidratos solúveis (Vilela, 1998) são limitações que necessitam ser contornadas para não inviabilizar o processo por meio de perdas elevadas. Isto pode ser contornado com o emurchecimento da forragem antes da ensilagem (Crestana *et al.*, 2001; Vilela *et al.*, 2001) ou adicionando-se polpa cítrica ou grãos cereais moídos (Igarasi, 2002). A segunda opção parece mais vantajosa, pois no emurchecimento, além de exigir operação extra de mecanização no

recolhimento do material ceifado, elevam-se as perdas no recolhimento, coloca em risco o material exposto ao tempo e dificulta a compactação da massa, diminuindo a densidade final (Narciso Sobrinho *et al.*, 1998). O uso de inoculante bacteriano é indicado visando favorecer a fermentação com produção mais eficiente de ácido lático, acelerar a queda no pH e inibir fermentações indesejáveis que deterioram a silagem, como a degradação protéica por clostrídios (Kung Jr. e Ranjit, 2001). No entanto, estes benefícios nem sempre ocorrem (Coan *et al.*, 2001) e há de se considerar o tipo de cultura, as condições de ensilagem e o tipo de inoculante utilizado.

A ensilagem é um processo que envolve custos e quanto mais eficiente for, desde a colheita até o fornecimento no cocho, mais viável torna-se e melhor a qualidade da silagem obtida. Assim, a adoção dessas técnicas na ensilagem, isoladas ou em conjunto, vai depender da necessidade, dos custos da sua adoção e da operacionalidade.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do teor de matéria seca e adição de inoculante bacteriano sobre o processo fermentativo, as características físicas e as perdas ocorridas em silagens de capim Tanzânia.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia - Setor de Ruminantes, USP/ESALQ, em Piracicaba, Estado de São Paulo. Para a confecção dos silos experimentais foram utilizados baldes plásticos (20L) com tampas próprias possuindo uma válvula (tipo *Bunsen*) para escape dos gases. No fundo do balde foram colocados 2 kg de areia seca, coberta por tela plástica fina e duas camadas de tecido de algodão, evitando o contato da forragem com a areia seca para drenagem do efluente. O conjunto (balde+tampa+areia+pano+tela) foi pesado.

O capim Tanzânia, colhido aos 60 dias de rebrota, de uma área destinada à produção de forragem para ensilagem, foi submetido a tratamentos resultantes da combinação de dois fatores: Fator 1 - Teor de matéria seca (MS): a) umidade original: forragem proveniente do corte direto e subsequente ensilagem; b) emurchecido: forragem ceifada por volta das 9 horas da manhã e submetida à desidratação (6 horas); c) umidade original com adição de 16 kg de milho moído para cada 100 kg de forragem antes da ensilagem. Estes dois últimos tratamentos visavam elevar o teor de MS da forragem a aproximadamente 30%. Fator 2 - Presença ou ausência de inoculante bacteriano: inoculante caracterizado como uma cepa de *Lactobacillus plantarum* (ECOSYL®) diluído em

água destilada segundo recomendação do fabricante e aplicado uniformemente sobre a forragem (100 bilhões de UFC  $t^{-1}$  de forragem). Usou-se um arranjo fatorial 3x2 (três teores de MS x doses de inoculante) no delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições, num total de 48 silos experimentais.

Antes do corte da forragem (colhedora SILTOMAC® modelo 775) foi realizada a estimativa de produção de matéria seca ( $t\ MS\ ha^{-1}$ ) por meio do uso de quadrados (Penati *et al.*, 2001) e determinado o teor de matéria seca (Silva, 1981). O mesmo procedimento foi realizado após a colheita da forragem, objetivando medir a eficiência no recolhimento, determinando a perda de material ceifado, mas não recolhido pela colhedora. Pequenas camadas de forragem foram acomodadas e compactadas com o pé nos baldes, que após atingir o limite da borda superior, teve a tampa encaixada e vedada com fita plástica adesiva. O balde cheio foi pesado e armazenado por 150 dias em local sombreado, após o qual foi aberto. A diferença de peso observada neste momento, em relação ao peso computado na data de fechamento, correspondeu a perda de massa na forma de gases (equação 1).

$$G = \frac{(Pfe - Pab)}{(MFfe \times MSfe)} \times 100 \quad (1)$$

na qual G = perda por gases (% MS); Pfe = peso do balde cheio no fechamento (kg); Pab = peso do balde cheio na abertura (kg); MFfe = massa de forragem no fechamento (kg); MSfe = teor de matéria seca da forragem no fechamento (% MS).

Após retirar toda forragem do silo experimental, pesou-se o conjunto vazio e, subtraindo-se deste o peso do conjunto antes da ensilagem, foi estimada a produção de efluente (equação 2).

$$E = \frac{(Pab - Pfe)}{MFfe} \times 100 \quad (2)$$

na qual E = produção de efluente ( $kg\ t^{-1}$  massa verde); Pab = peso do conjunto (balde+tampa+areia+pano+tela) vazio na abertura, (kg); Pfe = peso do conjunto (balde+tampa+areia+pano+tela) vazio no fechamento, (kg); MFfe = massa de forragem no fechamento (kg).

O índice de recuperação de matéria seca (RMS) foi obtido através da diferença de peso obtida pela pesagem da massa de forragem nos momentos da ensilagem e da abertura e seus respectivos teores de MS (equação 3).

$$RMS = \frac{(M Fab \times MSab)}{(M Ffe \times MSfe)} \times 100 \quad (3)$$

na qual RMS = índice de recuperação de matéria seca (%); M Fab = massa de forragem na abertura (kg); MSab = teor de matéria seca da forragem na abertura (%); M Ffe = massa de forragem no fechamento (kg); MSfe = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

Foram feitas amostragens da forragem no momento da ensilagem e da silagem na abertura dos baldes. Foram coletadas amostras para as seguintes análises: a) duas amostras congeladas, uma para o extrato aquoso (Kung Jr. *et al.*, 1984), para leitura de pH e determinação do teor de carboidratos solúveis (Dubois *et al.*, 1956); nitrogênio amoniacal (Chaney e Marbach, 1962); poder tampão (Playne e McDonald, 1966); outra para determinação do tamanho médio de partícula (Lammers *et al.*, 1996); b) uma amostra mantida em geladeira para análise de condutividade elétrica (Kraus *et al.*, 1997).

Outras amostras de cada tratamento (forragem e silagem) foram coletadas, secas em estufa de ventilação forçada (Silva, 1981), moídas e escaneadas, utilizando-se o método de espectroscopia de reflectância de infravermelho proximal (NIRS) (Shenk e Westernhaus, 1991). Nas amostras selecionadas foram realizadas análises convencionais do teor CZ (AOAC, 1980), de PB segundo o método de Dumas, utilizando-se um auto-analisador de nitrogênio, marca LECO®, (Wiles *et al.*, 1998), de FDA e LIG (Van Soest *et al.*, 1991); NIDA (Krishnamoorthy *et al.*, 1982). Teores de FDN foram obtidos seguindo-se a metodologia descrita para uso do aparelho ANKOM Fiber Analyser. Valores obtidos pela análise química convencional foram inseridos no banco de dados e a utilização de métodos estatísticos permitiram ao programa NIRS prever o valor das demais amostras não analisadas. A composição químico-bromatológica das forragens no momento da ensilagem está apresentada na Tabela 1.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS® versão 6.12 para Windows® (SAS, 1996). Para efeito de comparação de médias entre tratamentos foi utilizado o teste de média dos mínimos quadrados, LSMEANS, com nível de significância de 5%. Quando necessária a exploração das tendências, a comparação foi acompanhada da declaração do nível de significância observado.

**Tabela 1.** Composição químico-bromatológica das forragens no momento da ensilagem submetida a diferentes tratamentos.

*Table 1. Chemical composition of forages at ensilage.*

	Tratamentos		Treatments	
Variáveis	Sem <sup>1</sup>	Com	Sem	Com
Parameters	Without	With	Without	With

	Original		Emurhecido		Milheto	
	Original	With	Wilted	With	Pearl millet	With
	dry matter					
Variáveis	Sem <sup>1</sup>	Com	Sem	Com	Sem	Com
Parameters	Without	With	Without	With	Without	With
Matéria Seca (%)	19,7	20,8	28,4	28,6	29,2	29,1
Dry matter (%)						
Cinzas (%MS)	11,4	11,4	10,8	11,0	9,1	8,3
Ash (%DM)						
Proteína Bruta (%MS)	8,5	8,2	8,0	8,5	10,7	11,7
Crude protein (%DM)						
Fibra em detergente neutro (%MS)	69,4	70,3	71,7	71,4	51,5	51,4
Neutral detergent fiber (%DM)						
Fibra em detergente ácido (%MS)	48,5	48,2	45,8	47,1	34,1	32,8
Acid detergent fiber (%DM)						
Lignina (%MS)	5,7	5,4	5,5	5,8	4,0	4,2
Lignin (%DM)						
Hemicelulose (%MS)	21,9	23,1	25,7	24,8	18,8	19,1
Hemicellulose (%DM)						
Celulose (%MS)	41,7	41,9	40,4	40,8	29,8	28,7
Cellulose (%DM)						
NIDA (% N total)	16,4	15,9	18,9	18,7	16,3	16,0
Carboidratos solúveis (% MS)	5,8	3,6	2,6	3,1	3,9	2,8
Soluble carbohydrates (%DM)						
Poder Tampão (meq/100g MS)	21,7	22,0	19,6	18,4	24,6	26,5
Buffering capacity (meq/100g DM)						
Condutividade Elétrica (mS/cm)	1,3	1,4	1,3	1,6	1,3	1,4
Electrical conductivity (mS/cm)						
Tamanho médio de partícula (cm)	3,2	3,1	3,2	3,2	2,6	2,6
Particle size (cm)						
Retenção na peneira superior (%)	87,3	86,1	88,6	91,9	69,4	68,0
Superior sieve retention (%)						
pH	6,1	6,1	6,3	6,5	5,2	5,3

<sup>1</sup> Com e Sem inoculante bacteriano.  
<sup>2</sup> With and without bacterial inoculant.

**Resultados e discussão**

A disponibilidade média de forragem antes da colheita foi de 15,95 t MS ha<sup>-1</sup> e as perdas médias nas áreas destinadas à colheita de forragens emurhecidas e com umidade original foram de 0,87 e 0,47 t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, equivalente a 5,45% e 2,95% em relação à forragem disponível, valores inferiores aos observados por Igarasi (2002) que foram 1,77 e 0,58 t MS ha<sup>-1</sup> (20,3 e 6,7%), para os respectivos tratamentos. As maiores perdas no recolhimento da forragem emurhecida (P<0,01) questionam a adoção desta técnica associada ao risco de contaminação por solo.

**Parâmetros físicos**

Os resultados relativos aos aspectos físicos das silagens de capim Tanzânia podem ser observados na Tabela 2. Os valores referentes à condutividade elétrica (CE) demonstram (Tabela 2) que houve efeito de teor de MS (P<0,05), apesar de não ter sido observado efeito para o uso de inoculante bacteriano (P=0,10). A menor média foi apresentada por silagens emurhecidas (1,7 mS cm<sup>-1</sup>), diferindo dos tratamentos (P<0,05) com adição de milho (1,8 mS cm<sup>-1</sup>) e com umidade original (1,8 mS cm<sup>-1</sup>), que não diferiram entre si.

Resultados referentes ao tamanho médio de partículas das silagens (Tabela 2) demonstram que apenas os tratamentos contendo milho (média 3,7 cm) diferiram dos demais devido à participação do milho grão finamente moído, e não da forragem em

si, que foi picada no mesmo tamanho de partícula que nos demais tratamentos, e o tamanho médio abaixo de 5 cm, segundo Lavezzo (1985), é suficiente para obter boa compactação.

**Tabela 2.** Parâmetros físicos das silagens de capim Tanzânia submetidas aos efeitos do teor de matéria seca e uso de inoculante bacteriano na ensilagem.

**Table 2.** Physical parameters of Tanzânia grass silage under dry matter and bacterial inoculant effects.

Variáveis <sup>4</sup> Parameters	Tratamentos Treatments						CV <sup>2</sup>	Efeitos <sup>1</sup> Effects <sup>1</sup>		
	Original Original dry matter		Emur- checido Wilted		Milheto Pearl millet			1	2	3
	Sem <sup>3</sup> Without	Com With	Sem Without	Com With	Sem Without	Com With				
CE (mS cm <sup>-1</sup> ) Electrical conductivity (mS cm <sup>-1</sup> )	1,9	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	11,5	*	***	0,28
Partícula (cm) Particle (cm)	4,3	4,4	4,4	4,3	3,6	3,8	5,5	**	0,41	0,27
PS (%) SSR (%)	90,4	91,4	92,3	90,4	71,8	74,7	6,4	**	0,69	0,47
Gás (%MS) Gas (%DM)	6,7	6,1	6,7	5,6	5,7	4,3	31,9	***	***	0,79
Efluente (kg t <sup>-1</sup> MV) Effluent (kg t <sup>-1</sup> DM)	52,9	54,4	4,1	3,0	19,0	14,6	41,0	**	0,83	0,86
RMS (%) DMR (%)	93,6	87,6	92,0	92,4	94,0	93,2	3,6	*	*	*
DMV (kg m <sup>-3</sup> ) WSD (kg m <sup>-3</sup> )	436	447	339	354	463	446	7,4	**	0,61	0,27
DMS (kg m <sup>-3</sup> ) DMD (kg m <sup>-3</sup> )	96	97	102	108	148	141	13,3	**	0,99	0,50

<sup>1</sup>efeitos: 1 = matéria seca (ms); 2 = inoculante (inoc); 3 = ms x inoc; <sup>2</sup>CV = coeficiente de variação; <sup>3</sup>Com e Sem inoculante bacteriano; <sup>4</sup>CE = condutividade elétrica; RMS = recuperação de matéria seca; DMV = densidade de massa verde; DMS = densidade de matéria seca; PS = % de partículas retida na peneira superior; MV = massa verde; \*\* P < 0,01; \* P < 0,05; \*\*\* P < 0,10.

<sup>1</sup>effects: 1 = dry matter (dm); 2 = inoculant (inoc); 3 = dm x inoc; <sup>2</sup>CV = coefficient of variation; <sup>3</sup>With and without inoculant; <sup>4</sup>EC = electrical conductivity; RMS = dry matter recovery; WSD = wet silage density; DMD = dry matter density; SSR = % of particle retention on superior sieve; \*\* P < 0,01; \* P < 0,05; \*\*\* P < 0,10.

Houve tendência de efeito de teor de matéria seca (P=0,09) e do uso de inoculante bacteriano (P=0,07) sobre os valores de perdas por gases (Tabela 2). Os valores médios para os tratamentos emurchecidos, com adição de milho e com umidade original foram de 6,2, 5,0 e 6,4% da MS, respectivamente. Silagens adicionadas com milho tiveram tendência em apresentar as menores perdas. A elevada perda gasosa em silagens com umidade original é atribuída ao ambiente úmido favorável para o desenvolvimento de microrganismos (Woolford, 1984).

As perdas por efluente (kg t<sup>-1</sup> MV) indicam efeito apenas de teor de matéria seca (P<0,01) (Tabela 2). Os valores médios de perdas por efluente para os tratamentos emurchecidos, com adição de milho e com umidade original foram 3,6; 18,1 e 53,7 kg t<sup>-1</sup> MV, respectivamente, havendo diferença significativa entre eles. Estes valores estão próximos aos 51,8 kg t<sup>-1</sup> MV obtidos por Igarasi (2002) em silagens com umidade original. No entanto, este autor obteve perda de 32 kg t<sup>-1</sup> MV em silagens emurchecidas, por ensilar material emurchecido com somente 22% de MS em comparação aos 27,98% de MS atingidos no presente experimento, evidenciando a relação direta entre teor de MS na ensilagem e produção de

efluente. Embora nos tratamentos emurchecidos e adicionados com milho, o capim tenha sido ensilado com 28,69% e 29,1% de MS, respectivamente, a maior produção de efluente para silagens adicionadas com milho demonstra que o aditivo com características para elevar o teor de MS pode não reter totalmente a umidade desprendida da massa de forragem.

No que se refere à densidade de massa verde (DMV) nota-se (Tabela 2) que houve efeito somente de teor de matéria seca (P<0,01). Os valores médios de DMV para os tratamentos emurchecidos, com adição de milho e com umidade original foram 346, 455 e 442 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente. Silagens emurchecidas apresentaram a menor DMV diferindo das demais, que não diferiram entre si e os valores de DMV deste trabalho situam-se abaixo dos encontrados na literatura, como exemplo, a média de 576 kg m<sup>-3</sup> com capim Marandu (Mari, 2003) e 596 kg m<sup>-3</sup> com capim Tanzânia (Igarasi, 2002).

Ao relacionar as perdas por gases com a DMV (Tabela 2), confirma-se que nos tratamentos emurchecidos ou com umidade original a perda por gases foi superior à das silagens com adição de milho. Como o emurchecimento e a adição de milho objetivaram elevar o teor de MS para 30%, fica evidente que o que determinou a maior perda na forma de gases não foi o teor de MS, mas a dificuldade em se compactar o material emurchecido, gerando, portanto, silagens menos densas (DMV).

Para a densidade de matéria seca (DMS) houve efeito apenas de teor de matéria seca (P<0,01) (Tabela 2) e apenas os tratamentos com adição de milho (145 kg m<sup>-3</sup>) diferiram dos tratamentos emurchecidos (105 kg m<sup>-3</sup>) e com umidade original (97 kg m<sup>-3</sup>), que não diferiram entre si. Ao elevar o teor de MS pelo emurchecimento há a tendência de diminuir a DMV (442 vs 346 kg m<sup>-3</sup>), elevando a DMS, fato esse observado no presente estudo (97 vs 105 kg m<sup>-3</sup>). No caso de silagens adicionadas com milho, a participação do grão eleva ambas DMV e DMS.

Após serem estimadas as perdas na forma de gases e efluente estimou-se o índice de recuperação de matéria seca (RMS) cujos valores são apresentados na Tabela 2. Houve efeito do teor de matéria seca (P<0,05), do uso de inoculante bacteriano (P<0,10) e da interação entre teor de matéria seca e inoculante bacteriano (P<0,05). Os valores médios de RMS para os tratamentos com adição de inoculante bacteriano foram inferiores aqueles sem inoculante para forragens ensiladas com umidade original (93,6 x 87,6%), mas não diferiram em silagens com milho (93,6%) e emurchecidos (92,2%). A interação entre

teor de matéria seca e inoculante bacteriano foi significativa (P<0,05), portanto, somente havendo diferença entre o tratamento com umidade original com inoculante e os demais tratamentos. Os tratamentos emurhecidos tiveram taxa de RMS intermediária pois, apesar de terem perdido menos efluente do que aqueles adicionados com milho (3,6 vs 18,1 kg t<sup>-1</sup> MV), apresentaram produção de gás superior, assemelhando-se às silagens com umidade original, (6,2 vs 5,0% MS). As considerações acima evidenciam a variação que existe entre os fatores envolvidos na RMS, ou seja, cada procedimento adotado na ensilagem interfere nas perdas individuais, refletindo na RMS final.

**Parâmetros químicos**

Os dados sobre a composição químico-bromatológica das silagens de capim Tanzânia podem ser observados na Tabela 3. Houve efeito somente do teor de matéria seca da forragem na ensilagem (P<0,01) sobre o teor de MS da silagem. Silagens com umidade original (20,1% MS) diferiram das silagens com milho (28,8% MS) e emurhecidas (28,1% MS), e estas duas últimas não diferiram entre si, evidenciando a eficácia dos tratamentos em elevar o teor de MS. Esses valores estão acima dos obtidos por Igarasi (2002), de 16%; 27% e 21%, respectivamente para tratamentos com umidade original, adicionado de polpa cítrica e emurhecido, pois a forragem foi colhida aos 45 dias por este autor e apresentava em média 16% de MS, enquanto no presente experimento, em se tratando de uma forragem em estágio vegetativo mais avançado (60 dias), apresentou 20% de MS. Pelos resultados referentes ao teor médio de CZ das silagens de capim Tanzânia (Tabela 3), constata-se que houve efeito do teor de MS (P<0,01). O teor médio de CZ para os tratamentos com umidade original, com adição de milho e emurhecidos foi 11,93, 8,54 e 11,9%, respectivamente, sendo que tratamentos com umidade original e emurhecidos não diferiram entre si mas ambos foram superiores aos tratamentos com adição de milho. O emurhecimento não altera o teor de CZ, apesar deste fato já ter sido observado (Crestana *et al.*, 2001).

**Tabela 3.** Composição químico-bromatológica das silagens de capim Tanzânia submetidas aos efeitos do teor de matéria seca e uso de inoculante bacteriano na ensilagem.

*Table 3. Chemical composition of Tanzânia grass silage.*

Variáveis <sup>4</sup> Parameters <sup>4</sup>	Tratamentos Treatments						Efeitos <sup>1</sup> Effects <sup>1</sup>			
	Original Original dry matter		Emur- checido Wilted		Milheto Pearl millet		CV <sup>2</sup>	1	2	3
	Sem <sup>3</sup> Without	Com With	Sem Without	Com With	Sem Without	Com With				
MS (%)	20,3	19,8	28,3	27,6	29,6	28,6	7,1	**	0,17	0,94
DM (%)										

CZ (%MS)	11,7	12,0	12,0	11,8	8,5	8,4	5,6	**	0,89	0,40
Ash(%DM)										
PB (%MS)	7,0	7,6	7,4	7,5	11,0	11,4	11,3	**	0,16	0,83
CP(%DM)										
FDN (%MS)	70,2	69,1	67,2	68,2	45,8	47,6	4,8	**	0,51	0,39
NDF (%DM)										
FDA (%MS)	48,7	49,2	45,8	45,9	31,3	31,8	7,3	**	0,71	0,98
ADF (%DM)										
LIG (%MS)	5,8	5,8	5,7	5,9	3,7	4,0	6,8	**	***	0,64
LIG (%DM)										
HEMI (%MS)	21,1	20,5	21,1	21,6	13,5	13,9	5,3	**	0,73	0,27
HEMI (%DM)										
CEL (%MS)	42,7	42,6	39,5	39,5	27,4	27,5	8,0	**	0,96	0,99
CEL (%DM)										
NIDA (% N total)	15,4	15,0	14,3	14,5	8,7	8,1	14,0	**	0,55	0,79
ADIN (% N total)										
CS (%MS)	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	40,8	**	0,14	0,18
SC (%DM)										
pH	4,9	4,9	4,6	4,6	4,9	4,5	5,9	*	0,10	0,11
pH										
N-NH <sub>3</sub> (%N total)	10,6	8,5	2,4	3,7	2,4	1,9	62,2	**	0,52	0,58
N-NH <sub>3</sub> (%N total)										

<sup>1</sup>efeitos: 1 = matéria seca (ms); 2 = inoculante (inoc); 3 = ms x inoc.; <sup>2</sup> CV = coeficiente de variação, %; <sup>3</sup> Sem e Com inoculante bacteriano; <sup>4</sup> MS = matéria seca; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina; HEMI = hemicelulose; CEL = celulose; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CS = carboidratos solúveis; N-NH<sub>3</sub> = nitrogênio amoniacal; \*\* P < 0,01; \* P < 0,05; \*\*\* P < 0,10.

<sup>1</sup>effects: 1 = dry matter (dm); 2 = inoculant (inoc); 3 = dm x inoc.; <sup>2</sup> CV = coefficient of variation, %; <sup>3</sup> Without and with inoculant; <sup>4</sup> DM = dry matter; As = ash; CP = crude protein; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; LIG = lignin; HEMI = hemicellulose; CEL = cellulose; ADIN = acid detergent insoluble nitrogen; SC = soluble carbohydrates; N-NH<sub>3</sub> = ammoniacal nitrogen; \*\* P < 0,01; \* P < 0,05; \*\*\* P < 0,10.

Quanto aos teores médios de PB (Tabela 3) pode ser observado que houve efeito de teor de matéria seca (P<0,01). Os teores médios de PB para os tratamentos emurhecidos, com adição de milho e com umidade original foram 7,5, 11,2 e 7,3%, respectivamente, sendo que os tratamentos com milho diferiram dos demais, que não diferiram entre si. A adição de milho grão elevou o teor protéico da silagem devido à contribuição do seu próprio teor mais elevado de PB (14,8% PB). No presente trabalho, os teores de PB na ensilagem (9,3%) e nas silagens (8,7%) demonstram que apenas 6,5% da PB foi perdida durante a ensilagem, sem efeito pronunciado do uso de inoculante e do emurhecimento. Apesar do uso de inoculante bacteriano neste trabalho não ter sido efetivo em preservar a PB nas silagens houve tendência de seu efeito (P=0,16), assim como também observado por Coan *et al.* (2001). Kung Jr. e Ranjit (2001) atribuem o maior teor de PB nas silagens inoculadas à rápida queda no pH inibindo microrganismos que degradam proteína à amônia.

Os teores médios das frações fibrosas (FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina) (Tabela 3) evidenciam que houve efeito de teor de matéria seca (P<0,01), sendo que o menor teor destas frações em silagens com adição de milho na ensilagem é atribuído ao efeito de diluição, uma vez que o cereal apresenta menor teor destas frações em relação à forragem.

Resultados referentes ao teor de NIDA (Tabela 3) indicam que houve efeito de teor de matéria seca (P<0,01). Os teores médios de NIDA (% N total) para os tratamentos emurhecidos foi de 14,4%, com

umidade original de 15,2%, não diferindo entre si, mas com adição de milho foi de 8,4%, diferindo dos demais.

Quanto ao teor de carboidratos solúveis (Tabela 3) foi evidenciado somente efeito de teor de matéria seca ( $P < 0,01$ ) e os valores médios de carboidratos solúveis (% MS) para os tratamentos emurchecidos, com adição de milho e com umidade original foram 0,6, 0,9 e 0,5%, respectivamente, havendo diferença significativa apenas entre tratamentos com milho em relação aos demais. Silagens inoculadas tiveram tendência ( $P = 0,14$ ) de apresentar maior teor de CS residual ( $0,67 \times 0,56\%$  da MS) do que silagens sem inoculante. Zierenberg *et al.* (2001) avaliando gramíneas tropicais constataram que o capim Tanzânia foi o segundo mais pobre em carboidratos solúveis (2,7% na MS), apresentando teores muito abaixo dos detectados neste experimento (Tabela 1).

Resultados referentes ao pH das silagens (Tabela 3) demonstram efeito de teor de matéria seca ( $P < 0,01$ ) e tendência de efeito do uso de inoculante bacteriano ( $P = 0,10$ ) em baixar o pH de 4,8 para 4,6. Os valores médios de pH para os tratamentos emurchecidos foram 4,6, com adição de milho 4,7 e com umidade original 4,9, sendo que apenas silagens com umidade original diferiram das demais que não diferiram entre si e os valores de pH obtidos encontram-se próximos aos valores da literatura (Crestana *et al.*, 2001; Igarasi, 2002).

Resultados referentes ao teor de N-NH<sub>3</sub> (% N total) demonstraram (Tabela 3) que houve efeito de teor de matéria seca ( $P < 0,01$ ) e contrariando o que se esperava, o uso de aditivo bacteriano não reduziu o teor de N-NH<sub>3</sub> ( $P = 0,52$ ). Os valores médios de N-NH<sub>3</sub> para os tratamentos emurchecidos, com adição de milho e com umidade original foram 3,1, 2,2 e 9,6%, respectivamente, sendo que apenas silagens com umidade original diferiram significativamente das demais que não diferiram entre si. Benachio (1965), citado por Narciso Sobrinho *et al.* (1998), classifica silagens muito boas aquelas contendo de 0 a 10% de N-NH<sub>3</sub> (% N total), boas as que contêm de 10 a 15%, aceitáveis aquelas com 15 a 20% e ruins aquelas que apresentam acima de 20% de N amoniacal. Silveira (1975) define uma boa silagem quando possui pH inferior a 4,2 e nitrogênio amoniacal até 8% do N total. Considerando esses parâmetros, as silagens obtidas neste estudo seriam consideradas de boa qualidade quanto ao teor de N-NH<sub>3</sub> (média 4,9% do N total), mas deixariam a desejar quanto ao valor de pH, que foi em média de 4,7, apesar de não ser esta diferença muito grande.

## Conclusão

As práticas adotadas no processo de ensilagem promoveram alterações físicas nas silagens avaliadas,

sendo a elevação do teor de MS a prática que promoveu os benefícios mais significativos na redução de perdas na silagem de capim Tanzânia. A adição de milho moído destacou-se pela maior eficiência em relação ao emurchecimento e o uso do inoculante bacteriano não apresentou efeito sobre parâmetros químico-bromatológicos. Assim, a recomendação desses procedimentos deverá considerar a operacionalidade e custos inerentes aos processos.

## Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro e pela concessão de bolsas de estudo.

## Referências

- AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 13. ed. Washington, D.C.: AOAC, 1980.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.*, Washington, D.C., v. 8, p. 130-137, 1962.
- COAN, R.M. *et al.* Efeitos do inoculante enzimático-bacteriano sobre a composição química, digestibilidade e qualidade das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 2001. p. 124-126.
- CRESTANA, R.F. *et al.* Efeito da fermentação na fração fibra de silagens de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 2001. p. 354-355.
- DUBOIS, M. *et al.* Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, Washington, D.C., v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- IGARASI, M.S. *Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (Panicum maximum Jacq. Cv Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano*. 2002. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- KRAUS, T.J. *et al.* Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING. 1997. Minneapolis. *Proceedings...* Minneapolis: ASAE, 1997. p. 1-12.
- KRISHNAMOORTHY, U.C. *et al.* Nitrogen fraction in selected feedstuffs. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 65, p. 217, 1982.
- KUNG JUNIOR, L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 84, n. 5, p. 1149-1155, 2001.
- KUNG JUNIOR, L. *et al.* Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of

- alfalfa ensiled at various percents of dry matter. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 67, n. 2, p. 299-306, 1984.
- LAMMERS, B.P. *et al.* A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 79, n. 5, p. 922-928, 1996.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim Elefante. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 11, p. 50-57, 1985.
- MARI, L.J. *Intervalo entre cortes em capim-Marandu (Brachiaria brizantha (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu) : Produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem.* 2003. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- NARCISO SOBRINHO, J. *et al.* Silagem de capim Elefante, em três estádios de maturidade, submetido ao emurchecimento. II – Qualidade das silagens. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v. 55, n. 2, p. 113-125, 1998.
- PENATI, M.A. *et al.* Efeito do número de amostras e da relação dimensão-formato da moldura sobre o coeficiente de variação na determinação da massa de forragem em pastagens de capim Tanzânia. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 2001, CD ROM. Forragicultura. Cod. 0007.
- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. *J. Sci. Food Agric.*, Chichester, v. 17, p. 264-268, 1966.
- SAS INSTITUTE. *The SAS System for Windows: Version 6.12* (compact disc), Cary, SAS Institute, 1996.
- SHENK, J.S.; WESTERHAUS, M.O. Population definition, sample selection, and calibration procedures for near infrared reflectance spectroscopy. *Crop Sci.*, Madison, v. 31, p. 469-474, 1991.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos).* Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1981.
- SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagem. *In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM*, 2., 1975. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', 1975. p. 156-180.
- VAN SOEST, P.J. *et al.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3589, 1991.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 35., 1998. Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. CD ROM.
- VILELA, H. *et al.* Qualidade das silagens de capim Elefante Paraíso (*Pennisetum hybridum* cv Paraíso) submetidas a três tempos de emurchecimento. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 38., 2001. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 2001. p. 323-324.
- ZIERENBERG, B. *et al.* Assessment of stability of six tropical grasses using three different approaches. *In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*, 19, 2001. São Pedro. *Proceedings...* Piracicaba: Fealq, 2001. p. 786.
- WILES, P.G. *et al.* Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. *J. AOAC Int.*, Gaithersburg, v. 81, n. 3, p. 620-632, 1998.
- WOOLFORD, M.K. *The silage fermentation.* New York: Marcel Dekker, 1984.

Received on January 31, 2006.

Accepted on July 11, 2006.