

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**USO DE ADITIVOS EM SILAGENS DE *PANICUM MAXIMUM***

**Cleiber Daril Montagna**

CAMPO GRANDE, MS

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**USO DE ADITIVOS EM SILAGENS DE *PANICUM MAXIMUM***

Use of additives in *Panicum maximum* silages

**Cleiber Daril Montagna**

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS

2018

## Dedicatória

A Deus pelo dom da vida.

As meus pais Antonio Montagna e Ires Piaia Montagna *in memoriam*.

A minha esposa Silvia Maria da Rocha Montagna pelo apoio e motivação.

Aos meus filhos Cleiber Daril Montagna Filho e Henrique Rocha Montagna.

A todos que não mediram esforços em me ajudar sempre.

Com carinho e admiração, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por estar sempre ao meu lado, por me fortalecer e fazer vencer os obstáculos durante toda a caminhada.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realização deste curso.

A minha querida esposa Silvia Maria da Rocha Montagna por estar ao meu lado dando todo apoio, suporte e incentivo, com muito amor e paciência.

As meus filhos Cleiber Daril Montagna Filho e Henrique Rocha Montagna, pelo carinho e motivação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias, pelos ensinamentos, oportunidades, motivação, amizade e exemplo a ser seguido, meu muito obrigado por aceitar me orientar e me apoiar durante estes dois anos de curso.

Ao Servidor Ricardo Oliveira, secretário do Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal, pela sempre prestativa disposição e auxílios contínuos.

Aos que não só são colegas do curso, mas sim amigos, Diego Martins da Silva Echeverria, Luciana Junges, Eva Nara Oliveira Gomes, Ana Paula Viscardi da Silva e Fabiane Ortiz do Carmo Gomes Coca, pela ajuda incessante, apoio, ensinamentos e amizade, tenho muita gratidão por tudo que passamos juntos.

A Equipe de funcionários da Fazenda Escola/FAMEZ/UFMS, Heitor Henrique Costa Valeriano, Arnoud Correia da Silva, Vicente de Gois, José Maciel Costa, Marcos Antonio Medina da Silva, Luiz Gonzaga Bitencourt Ovando, Elivelto da Silva Ovando, pelo sempre prestativo apoio e ajuda na realização dos trabalhos, muito obrigado.

E a todos os que diretamente ou indiretamente me ajudaram para que este sonho fosse realizado, **MUITO OBRIGADO**, graças a apoio de todos tudo foi possível.

## Resumo

MONTAGNA, C. D. Uso de aditivos em silagens de *Panicum maximum*. 2018. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

**Resumo:** Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de inclusão de ácido acético e fubá de milho no momento da ensilagem de *Panicum maximum* cv. Zuri e cv. Tamani. na composição química, digestibilidade *in vitro*, parâmetros fermentativos e perdas por efluente e por gases das silagens. As forragens foram colhidas aos 90 dias após rebrota. Foram avaliados quatro níveis de inclusão de ácido acético (0, 30, 60 e 90 L/ton da matéria natural) diluído em água na proporção de 1:9 e três níveis de fubá de milho (0, 25 e 50 kg/ton da matéria natural) adicionados no momento da ensilagem, com cinco repetições por tratamento. A inclusão do ácido acético como aditivo na ensilagem das cultivares Zuri e Tamani proporcionou menores valores de pH das silagens. Não houve efeito da inclusão de ácido acético nas silagens para os teores de N-NH<sub>3</sub> e perdas por gases. A inclusão do ácido acético apresentou efeito linear positivo sobre as perdas por efluentes. O fubá de milho melhorou o valor nutritivo e as características fermentativas das silagens de cv. Zuri e cv. Tamani, reduziu o pH e as perdas por efluentes. A inclusão de ácido acético no nível de 30 L/ton para a ensilagem da cv. Zuri e de 60 L/ton para a cv. Tamani favoreceu a conservação do material ensilado não prejudicando o valor nutricional das silagens. A inclusão de até 50 kg/ton de fubá de milho na ensilagem melhora o valor nutricional e as características fermentativas das silagens das cultivares Zuri e Tamani. A cv. Zuri e cv. Tamani são forrageiras que podem ser conservadas como silagens colhidas aos 90 dias com uso de aditivos na ensilagem.

**Palavras-chave:** aditivo. Zuri. Tamani. forrageiras tropicais. nitrogênio amoniacal. pH

## Abstract

MONTAGNA, C. D. Use of additives in *Panicum maximum* silages. 2018. Dissertation - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

The objective of this study was to evaluate the inclusion levels of acetic acid and meal corn at silage at the chemical composition, in vitro digestibility, fermentative parameters and losses by effluent and gas from *Panicum maximum* cv. Zuri and cv. Tamani. The cultivars were harvested at 90 days after regrowth. Four levels of acetic acid (0, 30, 60 and 90 L/ton. of natural matter) diluted in water at a ratio of 1: 9 and three levels of meal corn were evaluated (0, 25 and 50 kg/ton. of natural matter ) added at the time of ensiling, with five replicates per treatment. The inclusion of acetic acid as an additive in the silage of the cultivars Zuri and Tamani provided lower pH values of the silages. There was no effect of the inclusion of acetic acid in the silages for the N-NH<sub>3</sub> contents. and gas losses. For effluent losses, the inclusion of acetic acid with positive linear effect. Meal corn improved the nutritive value and fermentation characteristics of cv. Zuri and cv. Tamani. Reduced pH and effluent losses. The inclusion of acetic acid at the 30 L/ton for ensiling of cv. Zuri and 60 L/ton for cv. Tamani favored the conservation of the ensiled material, not impairing the nutritional value of the silages. The inclusion of up to 50 kg/ton of meal corn in silage improves the nutritional value and fermentative characteristics of the silages of Zuri and Tamani cultivars. The cv. Zuri and cv. Tamani are forages to be conserved as silage at 90 days with the use of additives in ensilage.

**Keywords:** additive. Zuri. Tamani. tropical forages. ammoniacal nitrogen. pH

## Lista de tabelas

Tabela 1. Produções de matéria seca (MS) de cultivares de <i>Panicum maximum</i> Jacq.....	12
Tabela 2. Produção de matéria seca (kg/ha) e altura de <i>Panicum maximum</i> Jacq. durante o período de verão e inverno.....	13
Tabela 3. Valor nutritivo de <i>Panicum maximum</i> Jacq. de acordo com as idades de corte da forrageira.....	14
Tabela 4. Valor nutritivo de silagens de <i>Panicum maximum</i> Jacq. Em função da idade de corte.....	16
Tabela 5. Parâmetros de fermentação de silagens de <i>Panicum maximum</i> Jacq. de acordo com as idades de corte.....	17
Tabela 6. Produção de matéria natural total (kg/ha), produção de matéria seca total (kg/ha), proporção de folha (%), proporção de colmo (%), proporção de matéria senescente e relação folha:colmo das cultivares de <i>Panicum maximum</i> cv. Zuri .....	31
Tabela 7. . pH, composição química-bromatológica e digestibilidade do capim <i>Panicum maximum</i> cv. Zuri antes da ensilagem com inclusão de ácido acético e fubá de milho na ensilagem.....	32
Tabela 8. Composição química-bromatológica, digestibilidade <i>in vitro</i> , parâmetros fermentativos e perdas das silagens do capim <i>Panicum maximum</i> cv. Zuri com níveis de inclusão de ácido acético na ensilagem.....	33
Tabela 9. Composição química-bromatológica, digestibilidade <i>in vitro</i> , parâmetros fermentativos e perdas das silagens do capim <i>Panicum maximum</i> cv. Zuri com níveis de inclusão de fubá de milho.....	35
Tabela 10- Produção de forragem e características morfológicas do capim <i>Panicum maximum</i> cv. Tamani.....	50
Tabela 11. pH, composição química-bromatológica e digestibilidade do capim <i>Panicum maximum</i> cv. Tamani antes da ensilagem com inclusão de ácido acético ou fubá de milho....	51
Tabela 12. Composição química-bromatológica, digestibilidade <i>in vitro</i> , parâmetros fermentativos e perdas das silagens de <i>Panicum maximum</i> cv. Tamani com níveis de inclusão de ácido acético na ensilagem.....	53
Tabela 13. Composição química-bromatológica, digestibilidade <i>in vitro</i> (DIV), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ), densidade, perdas por efluente (kg/ton. de matéria verde) e perdas por gases das silagens de <i>Panicum maximum</i> cv. Tamani com níveis de inclusão de fubá de milho na ensilagem.....	56

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. Produção de forragem e valor nutritivo de <i>Panicum maximum</i> Jacq.....	11
3. Cultivares lançadas recentemente.....	15
4. Valor nutritivo e parâmetros de fermentação de silagens de <i>Panicum maximum</i> .....	16
5. Funções e classificações de aditivos nas silagens de gramíneas tropicais.....	19
6. REFERÊNCIAS.....	20
INCLUSÃO DE ACIDO ACÉTICO E FUBÁ DE MILHO EM SILAGENS DE <i>PANICUM MAXIMUM</i> CV. ZURI.....	26
Resumo .....	26
Introdução .....	27
Material e Métodos .....	29
Resultados .....	30
Discussão .....	34
Conclusão .....	40
Referências .....	41
SILAGENS DE <i>PANICUM MAXIMUM</i> CV. TAMANI ADITIVADOS COM ACIDO ACÉTICO E FUBÁ DE MILHO.....	46
Resumo .....	46
Introdução .....	47
Material e Métodos .....	48
Resultados .....	49
Discussão .....	54
Conclusão .....	61
Referências .....	61

## **1. INTRODUÇÃO**

Sistemas de produção tecnificados exigem forrageiras de alta produção e de qualidade nutricional elevados, nestes casos as gramíneas tradicionalmente utilizadas podem não responder o desempenho animal desejado. Sendo necessário o uso de forrageiras que possam atender produção animal de forma mais elevadas por unidade de área, destacando-se as forrageiras do gênero *Panicum maximum*.

Estas forrageiras apresentam elevada produção matéria seca, bom valor nutritivo e alimentício, boa resposta sobre pastejo rotacionado e muito responsivas a aplicação de fertilizantes.

Porém, devido à estacionalidade da produção de forragem ao longo do ano, deve se dar atenção ao manejo da forrageira. No período das águas as condições climáticas contribuem para uma alta produção de capim, podendo ser utilizadas taxas de lotação mais altas em relação ao período seco do ano. No entanto, no inverno a produção de forragem se torna limitada, sendo necessária a retirada dos animais ou a utilização de técnicas de manejo para suprir o déficit de volumoso.

Dessa maneira, a ensilagem de forrageiras pode ser uma das alternativas adotadas para conservar o volumoso e atender as necessidades dos rebanhos em períodos de escassez. Porém, o processo de ensilagem é altamente influenciado pelas características da planta no momento da colheita, tais como idade e composição, além da qualidade do processo e qualidade da fermentação até a sua estabilidade.

O objetivo dessa revisão de literatura foi apresentar dados referentes à produção e valor nutricional e parâmetros fermentativos do capim e das silagens de *Panicum maximum* Jacq., como indicativo de silagem bem conservada e de qualidade para ser oferecido em período em que a produção de forragem é menor do que a demanda animal.

## **2. Produção de forragem e valor nutritivo de *Panicum maximum* Jacq**

O centro de origem do *Panicum maximum* é o Leste Africano, sendo a espécie coletada por dois grupos de pesquisadores (franceses e os japoneses) em expedições na região (Jank et al., 2008). Segundo a mesma autora, no ano de 1982 a Embrapa Gado de Corte, MS, recebeu uma coleção de sementes do banco de germoplasma do Orstom por meio de um convenio com a França. A partir dessa data evidencia-se que os trabalhos de melhoramento nessa forrageira, com a geração de novas cultivares, certamente contribuirão para a intensificação da produção de carne, leite, couro e lã no país.

Jank et al. (2008) citaram três cultivares que já foram lançadas pela Embrapa Gado de Corte e parceiros, e as cvs. Tanzania-1 (1990) e Mombaça (1993), são respectivamente, 79% e 130% mais produtivas que a cultivar mais antiga e difundida do gênero (Colonião), o que tem elevado significativamente os índices de produtividade da pecuária nacional. Além de estas três cultivares citadas anteriormente, ainda existe a cultivar Massai que se destaca dentre as forrageiras do gênero, lançada no ano de 2000.

As gramíneas tropicais de modo geral apresentam altas taxas de acúmulo de biomassa e podem, quando bem manejadas, apresentar características estruturais e de valor nutritivo compatíveis com o bom desempenho animal (Silva & Nascimento Júnior, 2007), especialmente as gramíneas da espécie *Panicum maximum*. Na tabela 1 observa-se que cv. Mombaça segundo a literatura citada tem produção de 2,6 a 9,9 t/ha, já a cultivar Tanzânia varia de 3,7 a 12 t/ha, e a cultivar Massai com produção de 3,5 t/ha, desde que suas exigências sejam atendidas para poderem expressar seu potencial produtivo.

Tabela 1. Produções de matéria seca (MS) de cultivares de *Panicum maximum* Jacq

Cultivar	Produção de MS (t/ha)	Autor
Mombaça	2,6	Euclides et al. (2008)
Mombaça	4,6	Cecato et al. (2000)
Mombaça	5,2	Coan et al. (2005)
Mombaça	5,7	Cecato et al. (2000)
Mombaça	8,9	Castagnara et al. (2011)
Mombaça	9,9	Coan et al. (2005)
Tanzânia	3,7	Cecato et al. (2000)
Tanzânia	4,8	Cecato et al. (2000)
Tanzânia	5,7	Coan et al. (2005)
Tanzânia	9,4	Castagnara et al. (2011)
Tanzânia	12,0	Coan et al. (2005)
Massai	3,5	Euclides et al. (2008)

A característica mais importante quando se pensa em implantar uma forrageira em determinada região são as condições climáticas (Alcântara & Bufarah, 1985), sendo a umidade e a temperatura fatores preponderantes na distribuição geográfica da tribo Paniceae (Silva, 1995).

Diante disso, independentemente de quão acertada seja a escolha da forrageira, bem como o grau de domínio do seu manejo, um fator adicional restringe a produção de capim, sendo este denominada de estacionalidade (Rodrigues et al., 2006). Para estes autores a estacionalidade da produção de forragem, imposta pelas condições climáticas vigentes é o que regula as estações de crescimento e de dormência ou pelas estações secas ou estiagens episódicas que ocorrem em uma determinada região.

Sob condições de temperaturas médias anuais iguais ou superiores a 29°C e de inverno acima de 15°C, o fator temperatura perde importância e as condições hídricas assumem papel preponderante na fenologia das plantas (Burkart, 1975).

As maiores produções de massa de forragem são encontradas nos períodos de verão devido às condições climáticas favoráveis de todas as cultivares citadas. Essa ocorrência justifica o corte das forrageiras nesses períodos, pois se utiliza o excedente de pastagem do que o animal consegue consumir ou então pode se produzir um volumoso de melhor qualidade para utilização no período seco do ano. Elevada produção de forragem na estação do verão esta relacionada com a altura recomendada de pastejo dos animais, no caso dos *Panicum maximum*, para o melhor aproveitamento de sua produção recomenda-se que seja em método de pastejo rotacionado, e este possui maior produção quando chega a 90 cm de altura para cultivar Mombaça, 70 cm para cultivar Tanzânia e 60 cm para a cultivar Massai (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de matéria seca (kg/ha) e altura de *Panicum maximum* Jacq. durante o período de verão e inverno

Cultivar	Altura (cm)	Produção de MS (kg/ha)		Autor
		Verão	Inverno	
Mombaça	90	5730	5430	Silva et al. (2009)
Mombaça	-	-	3954	Muller et al. (2002)
Mombaça	90	2790	2560	Lemp et al. (2001)
Mombaça	90	7200	2400	Barbosa et al. (1996)
Tanzânia	70	2900	2720	Lemp et al. (2001)
Tanzânia	20	2768	-	Cano et al. (2004)
Tanzânia	40	4723	-	Cano et al. (2004)
Tanzânia	60	6678	-	Cano et al. (2004)
Tanzânia	80	8633	-	Cano et al. (2004)
Massai	60	3660	3280	Lemp et al. (2001)

O estágio de crescimento em que a planta é colhida afeta diretamente o rendimento, composição química, capacidade de rebrota e persistência (Costa et al., 2003). Em geral, cortes ou pastejos menos frequentes fornecem maiores produções de forragem, porém, concomitantemente, ocorrem decréscimos acentuados em sua composição química (Costa & Oliveira, 1994).

Com avanço de idade dos capins, independente da cultivar utilizada existe o aumento do teor de MS, fazendo com que o teor chegue o mais próximo do recomendado para se ensilar, que é próximo ou superior a 30% (Tabela 3).

Tabela 3. Valor nutritivo de *Panicum maximum* Jacq. de acordo com as idades de corte da forrageira

Cultivar	Idade	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Autor
Mombaça	35	-	11,9	72,7	-	Lemp et al.(2001)
Mombaça	35	-	11,7	75,4	-	Lemp et al.(2001)
Mombaça	45	24,2	-	76,2	43,1	Coan et al.(2005)
Mombaça	50	22,4	9,4	66,6	39,2	Zanine et al.(2006)
Mombaça	60	22,1	8,2	80,8	46,8	Oliveira et al.(2007)
Mombaça	65	25,1	5,7	64,1	-	Vasconcelos et al.(2009)
Mombaça	65	25,1	-	73,9	47,7	Coan et al.(2005)
Mombaça	65	28,0	7,8	77,9	50,0	Avila et al.(2009)
Tanzânia	35	-	10,4	73,4	-	Lemp et al.(2001)
Tanzânia	35	-	11,3	75,0	-	Lemp et al.(2001)
Tanzânia	45	28,4	-	76,4	46,0	Coan et al.(2005)
Tanzânia	50	20,0	12,0	70,1	27,5	Santos et al.(2008)
Tanzânia	60	31,3	-	77,3	48,8	Coan et al.(2005)
Tanzânia	60	19,7	8,5	69,4	84,5	Paziani et al.(2006)
Massai	35	-	8,5	76,0	-	Lemp et al.(2001)
Massai	35	-	10,7	76,7	-	Lemp et al.(2001)

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido.

O teor de MS desempenha papel fundamental na confecção da silagem ao aumentar a concentração de nutrientes, facilitar os processos fermentativos e diminuir a capacidade de ação dos clostrídeos (Wascheck et al., 2008). McDonald et al. (1991) concluíram que o teor de 25% MS, é o teor necessário para que as perdas por efluente no processo sejam minimizadas, o que resulta em manutenção dos nutrientes da forrageira ensilada.

Porém, deve se ter atenção com o avanço de idade das forrageiras, pois conforme aumenta a idade de corte das forrageiras ocorre um aumento na parede celular da planta (fibras) e um decréscimo do conteúdo celular (carboidratos solúveis), resultado este do maior alongamento do colmo em relação ao crescimento de folhas do perfilho.

### **3. Cultivares lançadas recentemente**

No ano de 2014 a Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS) lançou uma nova cultivar de *Panicum maximum*, a denominada de BRS Zuri. Dentre as características que justificam seu lançamento, se destaca alto grau de resistência à mancha das folhas, causada pelo fungo *Bipolaris maydis*, sendo assim indicada como mais uma opção para diversificar e intensificar o sistema produtivo, bem como substituição a cv. Tanzânia em propriedades atingidas pelo fungo, também apresenta, alta resistência à cigarrinha-das-pastagens.

Um ano depois, em 2015, ocorreu o lançamento da cv. Tamani com características que trazem vantagens para os pecuaristas, dentre elas estão o porte baixo, com alta produção de folhas de alto valor nutritivo e que proporcionam boa cobertura de solo, produtividade e vigor. É um capim de fácil manejo, com resistência às cigarrinhas das pastagens e é indicado para solos de alta e média fertilidade.

Porém, essas duas últimas forrageiras ainda estão sendo avaliadas em experimentos sob pastejo para confirmação de dados de produção e qualidade para serem publicados a comunidade.

Com todos esses trabalhos publicados na literatura, verifica-se na (Tabela 3) que a produção das forrageiras tem um declínio de produção no período em que as condições climáticas são desfavoráveis (outono-inverno/seca) e uma produção mais elevada em condições mais favoráveis (primavera-verão/águas).

Portanto, com o intuito de minimizar as perdas de produtividade da pecuária de corte e leiteira, e como estratégia de aproveitar o potencial produtivo das cultivares de *Panicum maximum*, nos períodos mais produtivos, cada vez mais, vem sendo utilizadas técnicas como a da ensilagem, como forma de conservação de forrageiras para o uso em períodos de escassez, esta técnica pode favorecer a recuperação das pastagens para serem utilizadas em períodos favoráveis novamente.

O uso de silagem é uma alternativa que tem como objetivo fornecer volumoso em quantidade e qualidade suficiente para o rebanho da propriedade, desde que seja programada e estudada previamente.

#### 4. Valor nutritivo e parâmetros de fermentação de silagens de *Panicum maximum*

O processo de produção de silagem consiste na preservação da forragem e dos nutrientes por intermédio da produção de ácido láctico, elemento responsável pela queda de pH (Chen e Weinberg, 2009). O ácido láctico é sintetizado pelas bactérias homofermentativas que necessitam de condições favoráveis para desenvolvimento, assim, o ácido láctico produzido ocasiona queda do pH preservando os nutrientes contidos na forragem de forma a reduzir a proliferação de fungos e leveduras responsável pela deterioração da silagem (Coan et al., 2007).

O valor nutritivo de silagens de *Panicum maximum* em função da idade de corte (Tabela 4) sofre pouca variação em relação a forrageira in natura quando realizado o processo de ensilagem de forma adequada, garante que a oferta de volumoso de qualidade no período de escassez.

Tabela 4. Valor nutritivo de silagens de *Panicum maximum* Jacq. em função da idade de corte

Cultivar	Idade	Período	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	CS (g/kg)	Autor
Mombaça	60	Verão	23,1	9,4	72,0	38,0	-	Santos et al. (2008)
Mombaça	65	Verão	24,7	5,3	66,6	-	3,26	Vasconcelos et al. (2009)
Mombaça	60	Verão	20,3	6,7	75,5	46,7	-	Oliveira et al. (2007)
Mombaça	70	Verão	61,0	5,9	79,7	48,9	-	Oliveira et al. (2014)
Mombaça	50	Verão	17,5	7,6	66,7	44,5	-	Zanine et al. (2006)
Mombaça	60	Verão	28,6	6,9	-	-	3,8	Avila et al. (2009)
Tanzânia	60	Verão	20,3	7,0	70,2	48,7	0,5	Paziani et al. (2006)
Tanzânia	65	-	20,7	11,6	71,1	45,9	-	Tavares et al. (2009)
Tanzânia	120	-	33,6	5,7	76,5	58,6	5,0	Melo et al. (2016)
Massai	35	-	41,2	7,1	67,1	40,0	-	Orrico Junior et al. (2014)
Massai	49	-	42,8	7,0	67,2	40,0	-	Orrico Junior et al. (2014)
Massai	63	-	44,4	7,0	67,3	40,2	-	Orrico Junior et al. (2014)

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CS: carboidratos solúveis

Segundo McDonald et al. (1991), quanto menor a relação carboidratos solúveis/poder tampão, maior a concentração de matéria seca requerida para evitar fermentações indesejáveis.

Ávila et al. (2009) avaliando silagens de capim-mombaça consideraram que essas silagens apresentam baixa qualidade fermentativa, em razão das características da forragem original, que apresenta baixa concentração de carboidratos solúveis e alto poder tampão. Com isso, as silagens apresentaram altas concentrações de N-NH<sub>3</sub>, acima de 28% do nitrogênio total e ácido butírico, que são indicativos de crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*.

Quanto mais baixo for o teor de matéria seca da forragem, maior é necessidade de carboidratos, portanto a relação carboidrato solúvel:capacidade tampão deve ser elevada, para se obter silagens de boa qualidade. Ítavo et al. (2000) avaliando silagens de bagaço de laranja relata que a capacidade tampão determina aproximadamente a quantidade de fermentação ácida para alcançar determinado pH.

O pH das silagens pode ser indicativo de boa conservação da silagem e devem estar entre 3,8-4,2, porém, é uma variável que não pode ser avaliada isoladamente. O valor do pH, é influenciado pelo teor de MS da forragem no momento da ensilagem, quando se tem valores altos de umidade, a queda do pH é de forma lenta, o que faz com que a proliferação de bactérias indesejáveis atuem (Rodrigues et al., 2005). Assim, verifica-se que as forrageiras do gênero *Panicum maximum* Jacq. (Tabela 5) apresentam indícios de silagens de baixa qualidade, possivelmente devido aos teores elevados de umidade do capim no momento do corte para ensilagem, este influencia na queda do pH, sendo necessário a utilização de aditivos que evitem esses problemas.

Tabela 5. Parâmetros de fermentação de silagens de *Panicum maximum* Jacq. de acordo com as idades de corte

Cultivares	Idade	Período	pH	N-NH <sub>3</sub>	Perdas		AUTOR
					Gases	Efluentes	
Mombaça	50	Verão	4,8	3,9	2,0	38,2	Zanine et al.(2006)
Mombaça	60	Verão	5,6	7,7	-	-	Penteado et al.(2007)
Mombaça	60	Verão	5,5	2,4	-	-	Oliveira et al.(2007)
Mombaça	60	Verão	4,7	39,9	-	-	Avila et al.(2009)
Mombaça	65	Verão	-	6,1	-	-	Vasconcelos et al.(2009)
Mombaça	70	Verão	5,1	-	-	-	Oliveira et al.(2014)
Tanzânia	65	-	4,4	4,6	14,0	50,0	Tavares et al.(2009)
Tanzânia	60	-	4,9	-	6,7	52,9	Paziani et al.(2006)
Tanzânia	120	-	4,0	2,3	0,9	46,1	Melo et al.(2016)

N-NH<sub>3</sub>: % N Total; Perdas de gás: % MS; Perdas de efluentes: kg/ton. de matéria verde.

O conteúdo de amônia das silagens, expresso como porcentagem do nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) em relação ao nitrogênio total, é amplamente utilizado na avaliação de silagens. Juntamente com o valor de pH, fornece uma indicação da forma que se processou a fermentação. Na forragem verde, cerca de 75% a 90% do nitrogênio total está na forma de proteína.

Após o corte e ensilagem, tem início uma extensa proteólise, resultando em aumento do nitrogênio não-proteico para aproximadamente 40% do nitrogênio total, nas primeiras 24 horas de fermentação. Esse conteúdo pode atingir 70% na abertura do silo. A extensa degradação protéica varia com a espécie da planta, taxa e extensão da queda do pH, teor de MS e temperatura, mas o conteúdo de proteína pode ser reduzido em 50-60%, mesmo em silagens bem preservadas. Os compostos resultantes dessa degradação de aminoácidos, além de inibirem o consumo e apresentarem baixa eficiência na utilização de nitrogênio pelos ruminantes, alteram a fermentação, impedindo uma rápida queda do pH (Evangelista; Lima citado por Reis, 2001).

Segundo Van Soest (1994) um baixo teor nitrogênio amoniacal na silagem, inferior a 10% do nitrogênio total, indica que o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia e os aminoácidos constituem a maior parte do nitrogênio não-protéico. Ao contrário, um teor de nitrogênio amoniacal superior a 15% do nitrogênio total significa que a quebra de proteínas foi considerável, e tais silagens podem ser menos aceitas pelos animais, resultando em baixo consumo (PEREIRA et al., 2004).

De acordo com McDonald et al. (1991), aumento significativo nas perdas por gases ocorre quando há produção de álcool (etanol ou mantinol) por fermentação por bactérias heterofermentativas, enterobactérias, leveduras e bactérias no gênero *Clostridium* ssp.

Outra consequência de maiores ou menores produções de gases nas silagens pode estar relacionada às perdas de MS durante o processo fermentativo, provavelmente causadas por fermentações indesejáveis proveniente do metabolismo de microrganismos, como clostrídeos, enterobactérias e leveduras que se desenvolvem em pH mais elevado e que são responsáveis pela produção de gases (Melo et al., 2016).

Os processos de conservação de forragem convivem rotineiramente com perdas de nutrientes de diversas magnitudes e eventualmente essas perdas ocorrem ao longo do período de ensilagem, na forma de efluente, uma vez que a presença de efluente no silo é indesejável e deve ser evitada para não ocasionar prejuízos no processo fermentativo, como o aumento da proteólise e o estabelecimento de bactérias do gênero *Clostridium* (Elferink et al., 2000 citado por Oliveira et al., 2010). O volume do efluente produzido em um silo é influenciado

principalmente pelo conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada e pelo grau de compactação, além de outros, como o tipo de silo.

As silagens de gramíneas do gênero *Panicum maximum* (Tabela 5) apresentaram elevadas perdas por efluentes, possivelmente ocorrido pelo alto teor de umidade dos capins no momento do corte da ensilagem.

### **5. Funções e classificações de aditivos nas silagens de gramíneas tropicais**

As gramíneas tropicais possuem características intrínsecas, como baixo teor de MS, baixa quantidade de açúcares, utilizados como substrato para as bactérias homofermentativas, alta capacidade tampão, que são desfavoráveis a processo de ensilagem, tais características, aliadas ao manejo do processo de ensilagem (colheita, tamanho de partículas, tipo de silo e o tempo para vedação do silo) podem ocasionar elevadas perdas. Essas perdas em conjunto podem atingir valores de 7 a 40% (MCDONALD et al. 1991).

O milho e o sorgo são as gramíneas que possuem características apropriadas para serem ensiladas, por possuírem alto teor de carboidratos solúveis e alta produção de matéria seca. No entanto, alguns trabalhos têm mostrado que capins podem ser aproveitados, desde que se empreguem técnicas de pré-murchamento e aplicação de aditivos (ZANINE et al. 2006).

Os aditivos são classificados segundo sua função, podendo ser microbiológico, sendo principalmente bactérias sintetizadoras de ácidos orgânicos (ácido lático) que ajudam a reduzir pH, e assim impedir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e causadores de perdas.

Os aditivos podem ser também, fontes de carboidratos, principal substrato para as bactérias que favorecem a fermentação. Além destes podem ser empregados os aditivos absorventes de umidade, onde o sua principal função é de aumentar o teor de MS do material ensilado.

Alguns ácidos também podem ser utilizados como aditivo, tendo como função básica a redução imediata do potencial hidrogeniônico (pH) das silagens (Yitbarek e Tamir 2014).

Ou ainda podem ser fontes enriquecedoras de nutrientes, um exemplo e o uso da Uréia.

Andrade et al (2009) em trabalho avaliando aspectos qualitativos de capim- elefante com fubá de milho e casca de soja, observa que a utilização do fubá de milho sozinho ou associado a casca de soja na ensilagem foi eficiente na melhoria do padrão fermentativo na silagem de capim-elefante.

Penteado et al (2007), utilizaram em sua pesquisa como inoculante o *Lactobacillus plantarum* proveniente da microbiota epifítica, na silagens de capim-mombaça *Panicum*

*maximum*, concluindo que o uso deste aditivo favorece o desenvolvimento de bactérias lácticas e promove menores perdas de matéria seca na silagem.

A presente revisão possibilitou maior entendimento sobre a estacionalidade de produção de *Panicum maximum jac*, a importância de se utilizar a técnica de ensilagem com uma forma de conservação de volumoso de qualidade e de estratégia de manejo para suprir o déficit de alimento no período seco do ano (inverno), além, de que, se faz necessário o uso de aditivos no processo de ensilagem, para favorecer processo fermentativo com objetivo de se evitar perdas de nutrientes, mantendo ou melhorando a qualidade da silagem.

O artigo científico será submetido para a revista Crop and Pasture Science. Em anexo normas da revista.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo: Livraria Nobel, 1985. 150p.
- ANDRADE, R.G.; LEIVAS, J.F.; GARÇON. E.A.M.; SILVA, G.B.S.; GOMES, D.; VICENTE, L.E.; BOLFE, É.L.; VICTORIA, D.C.; Indicativo de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Anais... Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0372.pdf> >. Acesso em: 10/10/2016
- ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G.; BEZERRA, A.R.; ALMEIDA, J.A.R.; SILVA, H.S.; ARAÚJO, J.A.M. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante cm fubá de milho e casca de soja. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, maio/jun. 2012.
- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; FIGUEIREDO, H.C.P.; MORAIS, A.R.; PEREIRA, O.G.; SCHWAN, R.F. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 5, p. 779-787, 2009.
- BARBOSA, M.A.A.F.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U. et al. Estudo de perfilhamento em 4 cultivares de *Panicum maximum* Jacq. submetidos a duas alturas de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, Fortaleza, 1996. Anais... Fortaleza: SBZ, 1996. p. 109-111.
- BURKART, A. Evolution of Grasses and Grasslands in South America. Taxon, v.24, p.53-66, 1975.
- CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; RODRIGUES, A.B.; JOBIM, C.C.; RODRIGUES, A.M.; GALBEIRO,S.; NASCIMENTO, W.G. Produção de forragem do

- capim-tanzania (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania-1) pastejado em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 6, p. 1949-1958, 2004.
- CARVALHO, T.B.; ZEN, S.; TAVARES, E.C.N. Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47., 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SOBER, 2009.
- CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1637-1648, out./dez. 2011.
- CECATO, U.; MACHADO, A.O.; MARTINS, E.N.; PREIRA, L.A.F.; BARBOSA, M.A.A.F.; SANTOS G.T.; Avaliação da produção e de algumas características da rebrota de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29(3):600-668, 2000
- CHEN, Y.; WEINBERG, Z.G. Changes during aerobic exposure of wheat silages. Animal Feed Science and Technology, v.154, p.76-82, 2009
- COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N.; REIS, R.A.; MALHEIROS, E.B.; PEDREIRA, M.S.; Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.2, p.416-424, 2005.
- COAN, R.M, REIS, R.A., GARCIA,G.R.; ITURRINO, R.P.S.; FERREIRA, D.S.; RESENDE, F.D.; GURGEL, F.A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada, Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.5, p.1502-1511, 2007.
- CORREA, L.A. & SANTOS, P.M. Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste. Documentos 34. Outubro, 2003.
- COSTA, N.L. & OLIVEIRA, J.R.C. Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondônia. Pasturas Tropicales, v. 16, n. 2, p. 44-47, 1994.
- COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A. et al. Produção de forragem e composição química de *Panicum maximum* cv. Tobiata em diferentes idades de corte. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 32., Uberlândia. Anais... Uberlândia: SBMV, 2003. CD-ROM

- DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, v. 9, n. 10, 2010.
- DEBLITZ, C. 2012 Beef and Sheep Report: understanding agriculture worldwide. Agri benchmark. 2012.
- DIAS-FILHO, M.B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Documentos 402. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA. Maio, 2014.
- EUCLIDES, V.P.B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R.N.; OLIVEIRA, M.P. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu na região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.2, p.273-280, fev. 2007.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. OLIVEIRA, M.P. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 18-26, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A.; NANTES, N.N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 808-818, nov/dez, 2014.
- EVANGELISTA, R.A.; DE LIMA, J.A.; SIQUEIRA, R.G. et al. Aditivos na ensilagem de Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) 1. Farelo de trigo e polpa cítrica. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 38., Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba :FEALQ, 2001. p. 71-72.
- ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; BORTOLASSI, J.R., FERREIRA, C.C.B. Aditivos na Conservação do Bagaço de Laranja in natura na Forma de Silagem. *Rev. Bras. Zootec.*, 29, p: 1474-1484, 2000.
- JANK, L; RESENDE, R. M. S; VALLE, C. B. et al. Melhoramento de Forrageiras Tropicais. Campo Grande: Embrapa, 2008. 55 – 57p. Cap. 2: Melhoramento Genético de *Panicum maximum*.
- LEMP, B.; SOUZA, F.H.D.; COSTA, J.C.; BONO, J.A.M.; VALERIO, J.R.; JANK, L.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.B.P.; SAVIDAN, Y.H. Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): Alternativa para diversificação de pastagens. 2001. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 69).
- MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; KICHEL, A.N.; ALMEIDA, R.G.; ARAUJO, A.R. et al. Degradação de Pastagens, Alternativas de Recuperação e Renovação, e Formas de Mitigação. In: Encontro de Adubação de Pastagens da Scot Consultoria - TEC - Fértil, 1.,

- 2013, Ribeirão Preto, SP. Anais... Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/976514> >. Acesso em: 10/10/2016
- McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage. 2. Ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MELO, M.J.A.; BACKES, A.A.; FAGUNDES, J.L.; MEO, M.T.; SILVA, G.P.; FREIRE, A.P.L. Características fermentativas e composição química da silagem de capim tanzânia com aditivos. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, v. 73, n. 3, p. 189-197, 2016.
- MULLER, M.S.; FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A.G.; OVEJERO, R.F.L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. Scientia Agricola, v.59, n.3, p.427-433, jul./set. 2002.
- NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; EDER, K.; VOIGT, J.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I. Effect of a grassbased and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. Livestock Production Science, v. 94, n. 1-2, p. 137-147, 2005.
- OLIVEIRA, J.S.; SANTOS, E. M.; ZANINE, A.M.; MANTOVANI, H.C.; PEREIRA, O.G.; ROSA, O. Populações microbianas e composição química de silagem de capim-mombaça (*Panicum maximum*) inoculado com *Streptococcus bovis* isolado de rúmen. Archives of Veterinary Science , v 12, n.2. p.35-40, 2007.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M.; Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.
- OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; MOURA, L.V.; GABRIEL, A. M. A.; GOES, R.H. T.B.; LEMPP, B.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com aditivos agroindustriais. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1543-1556, maio/jun. 2014.
- ORRICO JUNIOR, M.A.P.; VARGAS JUNIOR, F.M.; QUEIROZ, F.C.R. Valor bromatológico da silagem de capim Massai com diferentes idades de corte. Revista Agrarian, v. 7, n. 25, p. 454-459, 2014.
- PAZIANI, S.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.C.; PEDROSO, A.F.; MARI, L.J. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia. Acta Scientiarum Animal Sciences, Maringá, v. 28, n. 3, p. 265-271, July/Sept., 2006 .

- PENTEADO, D.C.S.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, J.S.; ZANINI, A.M.; PEREIRAZ, O.G.; FERREIRA, C.L.L.F. Inoculação com *Lactobacilos plantarum* da Microbiota em Silagem de capim – Mombaça. *Archivos Zootecnia* 56 (214): 191-202. 2007.
- REIS, R. A. Conservação de Forragens como Estratégia para Otimizar o Manejo de Pastagens. In: *Anais ZOOTEC 2001*. Goiânia: Sebrae, 2001. 213 p.
- ROCHA JUNIOR, P.R.; SILVA, V.M.; GUIMARÃES, G.P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia*, v. 9, n. 17, p. 952, 2013.
- RODRIGUES, B.H.M.; MAGALHÃES, J.A.; CAVALCANTE, R.F.; BARROS, W.S. Efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-tanzânia irrigado nos tabuleiros litorâneos do Piauí. *Revista Científica de Produção Animal*, v. 8, n. 2, 2006.
- RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1138- 1145, 2005.
- SANTOS, E.M.; ZANIEL, A.M.; FERREIRA D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PENTEADO, D.C.S.; PEREIRA, O. G. Inoculante Ativado Melhora a Silagem de Capim - Tanzânia (*Panicum maximum*). *Archivo Zootecnia*. 57 (217): 35-42. 2008
- SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para a produção de *Panicum* sp. In: *Simpósio Sobre Manejo da Pastagem*, 12., Piracicaba, 1995. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.129-146.
- SILVA, S.C. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.121-138, 2007.
- SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A. et al. Sward Structural Characteristics and Herbage Accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça Subjected to Rotational Stocking Managements. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)*, v.66, n.1, p.8-19, January/February 2009.
- TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; ÁVILA, C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurhecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzania. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n.1, p. 40-49, 2009.
- VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. *Revista Ceres* 56 (4), p.460-472, 2009.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PINTO, T.F.; LIMA, W.C.; EDVAN, R.L.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. Revista Brasileira Saúde Produção Animal, v.10, n.4, p.874-884 out/dez, 2009.

WASCHECK, R.C.; MOREIRA, P.C.; NETO, J.F.F.; COSTA, D.S.; DUTRA, A.R.; CAMPOS, L.M.R.M.; LAFORGA, C.S.; REZENDE, P.L.P.; RABELO, N.A. Características da silagem de capim colonião (*Panicum maximum*, Jacq) submetido a quatro tempos de emurchecimento pré-ensilagem. Estudos, Goiania, v. 35, n. 3, p. 385-399, maio/jun. 2008.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; Odilon Gomes PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, São Paulo, v. 43, n. 6, p. 803-809, 2006.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERRORA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; ALMEIDA, J.C.C.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim – elefante com adição de farelo de trigo. Archivos de zootecnia vol. 55, núm. 209, p. 76

**Inclusão de ácido acético e fubá de milho em silagens de *Panicum maximum* cv. Zuri**  
**Inclusion of acetic acid and corn meal in silages of *Panicum maximum* cv. Zuri**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de ácido acético e fubá de milho na produção de silagem do cultivar Zuri aos 90 dias de idade com a inclusão de ácido acético (0, 3, 6 e 9 L/ton da matéria natural) e fubá de milho (0, 25 e 50 kg/ton da matéria natural) como melhoradores do processo fermentativo. O capim utilizado foi oriundo de canteiros experimentais e colhido aos 90 dias após rebrota. A produção de matéria seca total encontrada foi de 6.927,23 kg/ha. A cv. Zuri colhida aos 90 dias de rebrota sem inclusão de aditivos apresenta teores de MS da silagem dentro da faixa ideal (25 a 35% de MS). A proporção de folhas, colmo e material senescente foram 51,42%, 35,69% e 12,89%, respectivamente. As perdas totais de matéria seca e por efluentes observadas tiveram efeito linear crescente. O pH foi menor nas inclusões de 25 e 50 kg/ton de fubá de milho (3,61 e 3,58), respectivamente. A maior inclusão de fubá de milho (50 kg/ton) resultou em menor perda por gases (2,60% MS), comparado a perda intermediária (3,33% MS) com inclusão de 25 kg/ton e maior perda por gases de 4,53% MS observada na silagem sem inclusão de fubá de milho. A inclusão de ácido acético no nível de 3 L/ton da matéria natural para a ensilagem do capim *Panicum maximum* cv. Zuri favoreceu a conservação do material ensilado sem prejudicar o valor nutricional das silagens. A inclusão de fubá de milho com 50 kg/ton na matéria natural na ensilagem melhora o valor nutricional e as características fermentativas das silagens do capim *Panicum maximum* cv. Zuri. A cv. Zuri apresenta potencial forrageiro para conservação como silagem aos 90 dias com uso de aditivos na ensilagem. A cv. Zuri apresenta potencial forrageiro para conservação como silagem aos 90 dias com uso de aditivos na ensilagem.

**Palavras-chave:** aditivos, conservação de forragem, matéria seca, nitrogênio amoniacal, pH

**Abstract:** The objective of this work was to study the quality of Zuri silage at 90 days of age with the inclusion of acetic acid (0, 3, 6 and 9 L/ ton of natural matter) and maize (0, 25 and 50 kg) / ton of natural matter) as fermentative process improvers. The grass used was from experimental beds and harvested at 90 days after regrowth. The total dry matter production found was 6,927.23 kg/ ha. The cv. Zuri harvested at 90 days of regrowth without inclusion of additives presents DM contents of the silage within the ideal range (25 to 35% DM). The proportion of leaves, stem and senescent material were 51.42%, 35.69% and 12.89%, respectively. The total dry matter and effluent losses observed had an increasing linear effect. The pH was lower in the inclusions of 25 and 50 kg/ ton corn meal (3.61 and 3.58), respectively. The higher inclusion of maize corn (50 kg/ ton) resulted in lower gas loss (2.60% DM), compared to intermediate loss (3.33% DM) with inclusion of 25 kg / ton and higher gas loss of 4.53% DM observed in the silage without inclusion of maize corn. The inclusion of acetic acid at the level of 3 L/ ton of natural matter for ensiling of *Panicum maximum* cv. Zuri favored the conservation of the ensiled material without damaging the nutritional value of the silages. The inclusion of corn meal with 50 kg/ ton in natural matter in silage improves the nutritional value and fermentative characteristics of the silages of *Panicum maximum* cv. Zuri. The cv. Zuri presents forage potential for conservation as silage at 90 days with the use of additives in silage. The cv. Zuri presents forage potential for conservation as silage at 90 days with the use of additives in silage.

**Keywords:** additives, forage conservation, dry matter, amoniacal nitrogen, pH

## Introdução

A produção anual do capim-zuri é de até 21,8 t/ha/ano, portanto, considerada de elevada produção, seus teores de (PB) podem variar de 11 a 15% nas folhas e de 7 a 12% nos colmos (EMBRAPA 2014).

A elevada produção de (MS) aos 90 dias de idade da cultivar Zuri (*Panicum maximum*) gera um excedente de forragem que pode ser utilizada em períodos que a produção de forrageiras não atende a demanda animal, dentre as alternativas de destaque, a silagem é uma boa opção.

Porém, para que a silagem se torne de qualidade é necessário níveis adequados de outras características, tais como, carboidratos solúveis (Gourley e Lusk 1978) em níveis de 6 a 8%, os quais são responsáveis pelo o desenvolvimento eficiente dos processos fermentativos, pois a partir deles as bactérias ácido-láticas produzem os ácidos, reduzindo o pH e conservando o material ensilado (Vilela 1997; Bolsen 1995), capacidade tamponante (Rosa 2009) abaixo dos 20 e.mg de HCl/100g de MS (referente a capacidade de resistência a variações de pH) e teor de matéria seca (MS) o mais próximo de 30% (McDonald *et al.* 1991). O que não ocorre em diversas forrageiras, sendo necessária a adição de alguns aditivos com intuito de favorecer o processo fermentativo e garantir a qualidade do material ensilado.

Por possuir níveis altos de amido e açúcar em sua composição, o fubá de milho tem sido considerado o ingrediente de maior utilização como alimento energético, devido a esta característica seu uso em ensilagens tem o propósito de aumentar os teores de matéria seca, de açúcares e de melhorar o processo de fermentação láctica (Backes *et al.* 2014).

Cada aditivo possui características e finalidades, dessa maneira, a utilização de ácidos na ensilagem vão desde proporcionar uma rápida queda do pH, aumentar a estabilidade aeróbica das silagens, inibir a ação de *Clostridium* e reduzir a perda de nutrientes (Yitbarek e Tamir 2014)

Entretanto, como a cv. Zuri foi recentemente lançada (2014) pela EMBRAPA, não há informações consistentes quanto sua utilização na forma de silagem, nem mesmo utilizando-se de aditivos com o intuito de melhorias do material ensilado.

O objetivo deste trabalho foi estudar a qualidade da silagem da cultivar Zuri aos 90 dias de idade com a inclusão de ácido acético e fubá de milho como melhoradores do processo fermentativo, por meio das análises bromatológica, digestibilidade *in vitro*, parâmetros fermentativos e perdas.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada em Terenos – MS lat. 20°26'46''S - long. 54°50'39''W. O capim utilizado foi o *Panicum maximum* cv. Zuri, oriundo de canteiros experimentais e colhidos aos 90 dias após rebrota.

O delineamento foi inteiramente casualizado, os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão de ácido acético (0, 3, 6 e 9 L/ton da matéria natural) diluído em água na proporção de 1:9, e três níveis de fubá de milho (0, 25 e 50 kg/ton da matéria natural) adicionados no momento da ensilagem, com cinco repetições por tratamento. O capim foi colhido e picado com tamanho de partícula de aproximadamente 2,0 cm, homogeneizado com seus respectivos aditivos e compactado com soquetes de madeira em micro silos de PVC (50 cm de altura x 10 cm de diâmetro). Cada micro silo possuía uma camada de areia seca e um pedaço de tecido (TNT) para determinar as perdas por efluente. Após a compactação do material, os silos foram vedados com tampa de PVC dotados de válvula Bunsen e lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados.

Após 50 dias de conservação (anaerobiose) os silos foram pesados, para determinação das perdas totais de matéria seca, por gases e efluentes e, em seguida, abertos. As perdas totais de matéria seca, gases e efluentes foram calculadas conforme equação adaptada (Jobim *et al.* 2007). Aproximadamente 10 cm de cada extremidade do conteúdo dos silos abertos foram desprezados. O conteúdo central foi homogeneizado e separado em duas amostras, a primeira porção foi destinada para determinação do pH (Silva e Queiroz, 2002) e do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) conforme Bolsen *et al.* (1992).

Outra porção foi pré-secada em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas, posteriormente, moídas em moinho de facas tipo Willey, e destinadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta

(PB) e fibra em detergente neutro (FDN) conforme procedimentos descritos por AOAC (1996).

Foram avaliadas as digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) segundo recomendações de Silva (1998).

#### *Análise estatística*

Os dados das silagens com ácido acético foram submetidos a análise de variância e regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade.

Enquanto que os dados das silagens com o aditivo fubá de milho foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, em nível de 5% de significância.

### **Resultados**

A produção de matéria verde total, produção de matéria seca total, proporção de folha, proporção de colmo, proporção de matéria senescente e relação folha:colmo da forrageira *Panicum maximum* cv. Zuri antes da ensilagem estão apresentados na Tabela 6.

As médias de pH, composição química-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da cultivar Zuri com ou sem inclusão de ácido acético ou fubá de milho antes da ensilagem, estão apresentados na Tabelas 7.

**Tabela 6.** Produção de matéria verde total (kg/ha), produção de matéria seca total (kg/ha), proporção de folha (%), proporção de colmo (%), proporção de matéria senescente e relação folha: colmo de *Panicum maximum* cv. Zuri

Produção de matéria verde total (kg/ha)	26.430,00
Produção de matéria seca total (kg/ha)	6.927,23
Proporção de folha (%)	51,42
Proporção de colmo (%)	35,69
Proporção de matéria senescente (%)	12,89
Relação Folha: Colmo	1,44

#### *Ácido acético*

A inclusão de ácido acético reduziu linearmente os teores de MS da silagem da cv. Zuri (Tabela 8). Não houve efeito da inclusão do ácido acético para os teores de PB, MO, cinzas, FDN, FDA, DIVMS, DIVMO, DIVFDN, DIVFDA ( $P>0,05$ ).

Não houve efeito da inclusão do ácido acético na ensilagem da cv. Zuri para os teores de N-NH<sub>3</sub> e densidade das silagens. A inclusão do ácido acético como aditivo na ensilagem da cv. Zuri proporcionou redução linear ( $P<0,05$ ) para os valores de pH das silagens.

Perdas totais de matéria seca foram diminuídas ( $P<0,05$ ) na medida em que se incluiu o ácido acético na silagem, porém, o inverso foi observado para perda de efluentes ( $P=0,04$ ). No entanto, a inclusão de ácido acético não apresentou efeito para as perdas por gases ( $P>0,05$ ).

#### *Fubá de milho*

A inclusão de 25 e 50 kg/ton de fubá de milho na ensilagem da cv. Zuri elevou os teores de MS, MO e das digestibilidade *in vitro* de MS, MO, FDN e FDA (Tabela 9) e reduziu

os teores de cinzas. Não houve efeito da inclusão do fubá de milho para os teores de PB (P=0,08).

**Tabela 7.** pH, composição química-bromatológica e digestibilidade do capim *Panicum maximum* cv. Zuri antes da ensilagem com inclusão de ácido acético e fubá de milho na ensilagem.

Item	Ácido acético (L/ton. de capim)				Fubá de milho (kg/ton de capim)		
	0	3	6	9	0	25	50
pH	6,94	4,86	4,32	4,16	6,94	6,26	5,98
MS	26,18	26,20	26,05	25,12	26,18	27,94	28,49
PB	7,13	6,85	6,31	7,05	7,13	7,30	7,87
MO	93,35	93,75	94,06	93,26	93,35	93,79	94,25
FDN	76,88	78,19	75,33	74,67	76,88	74,84	72,78
FDA	55,88	52,79	56,78	54,36	57,41	55,88	52,75
DIVMS	58,34	52,79	54,76	54,92	58,34	55,48	52,06
DIVFDN	43,64	42,20	42,70	41,86	43,64	42,12	41,71
DIVFDA	37,14	43,25	35,49	31,90	37,14	35,24	30,68

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido.

O N-NH<sub>3</sub> e densidade das silagens não foram influenciados em função da inclusão do fubá de milho na ensilagem da cv. Zuri. Houve redução do pH da silagem quando houve a adição de 25 e 50 kg/ton de fubá de milho.

Com adição de fubá de milho houve redução nas perdas totais de matéria seca e perdas por gases nas silagens ( $P < 0,05$ ), enquanto que para as perdas de efluente não foi observado diferença significativa com ou não inclusão desse aditivo.

**Tabela 8.** Composição química-bromatológica, digestibilidade *in vitro*, parâmetros fermentativos e perdas das silagens do capim *Panicum maximum* cv. Zuri com níveis de inclusão de ácido acético na ensilagem

Item	Ácido acético (L/ton. de capim)				EPM	P-value	
	0	3	6	9		L	Q
<b>Composição química-bromatológica</b>							
MS (%) <sup>1</sup>	26,93	26,52	25,72	25,15	0,221	0,0086	0,4925
PB (% da MS)	6,54	6,22	6,21	6,52	0,682	0,9045	0,3343
MO (% da MS)	92,58	92,46	93,06	93,10	0,535	0,3219	0,4178
CINZAS (% da MS)	7,42	7,52	6,94	6,90	0,388	0,3751	0,8567
FDN (% da MS)	78,99	79,58	79,22	80,46	0,420	0,2479	0,6722
FDA (% da MS)	58,90	59,76	59,27	59,35	0,450	0,8218	0,6587
DIVMS (%)	52,18	51,28	50,69	50,45	0,844	0,0666	0,0862
DIVMO (%)	56,53	54,63	55,39	54,23	0,706	0,3587	0,4830
DIVFDN (%)	49,46	48,31	48,65	49,83	0,654	0,2465	0,1863
DIVFDA (%)	33,37	33,49	33,74	34,04	0,605	0,3660	0,4381
<b>Parâmetros fermentativos</b>							
N-NH <sub>3</sub> (% do N-total)	1,97	1,75	1,53	1,36	0,171	0,1555	0,9448
pH <sup>2</sup>	4,48	4,09	3,55	3,30	0,087	0,0001	0,3709
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	554,63	556,04	562,89	575,64	1,566	0,3529	0,3104
<b>Perdas</b>							
PTMS (%MS) <sup>3</sup>	7,08	6,43	9,52	9,64	0,551	0,0038	0,5734

Efluente (kg/ton) <sup>4</sup>	26,60	44,86	45,97	46,22	3,496	0,0491	0,5400
Gases (% da MS)	4,53	2,00	6,23	5,24	0,713	0,1984	0,4769

$${}^1Y=26,8783 - 0,144367*n (R^2=0,89); {}^2Y= 4,48275 - 0,13054167*n (R^2=0,94); {}^3Y = 6,54990 + 0,359355*n (R^2=0,71) {}^4Y =30,7344 + 1,60628*n (R^2=0,45)$$

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido; N-NH<sub>3</sub>: nitrogênio amoniacal; PTMS: perdas totais de matéria seca.

### Discussão

A cv. Zuri colhida aos 90 dias de idade neste trabalho obteve produtividade de matéria verde de 26.430 kg/ha, com média superior ao encontrado por Castro *et al* (2010), o qual utilizou a cv. Tanzânia colhida aos 84 dias de rebrota e com produção de 23.031 kg/ha de matéria verde, comprovando-se, assim, a elevada produtividade da cv. Zuri.

A produção de matéria seca total encontrado no presente trabalho (6.927,23 kg/ha) está próximo ao encontrado por Euclides *et al.* (2016) que trabalharam a com cv. Mombaça (6.430 kg/ha) avaliando a produção do capim em pré-pastejo com 90 cm de altura. Carnevalli *et al.* (2006) observaram média de produção da cv. Mombaça em pré-pastejo com alturas de resíduo de 30 e 50 cm e interceptação luminosa de 95 e 100% sob pastejo intermitente de 6.420 kg/ha, por outro lado, o capim-tanzânia obteve média de matéria seca total inferior quando cortado aos 84 dias e média próxima aos 107 dias com valores de 4.910 kg/há e 6.183 kg/ha, respectivamente (Castro *et al.* 2010).

**Tabela 9.** Composição química-bromatológica, digestibilidade *in vitro*, parâmetros fermentativos e perdas das silagens do capim *Panicum maximum* cv. Zuri com níveis inclusão de fubá de milho

Item	Fubá de milho (kg/ton.)			EPM	P-value
	0	25	50		
<b>Composição química-bromatológica</b>					
MS (%)	26,93 c	27,95 b	29,67 a	0,342	0,0048
PB (% da MS)	6,14	6,67	7,19	0,434	0,0815
MO (% da MS)	92,04 c	93,66 b	94,75 a	0,134	0,0162
Cinzas (% da MS)	7,96 a	6,34 b	5,25 c	0,364	0,0086
FDN (% da MS)	78,99 a	75,29 b	73,12 c	0,103	0,0004
FDA (% da MS)	58,90 a	54,45 b	52,21 b	1,123	0,0034
DIVMS (%)	53,18 c	55,33 b	57,76 a	0,392	0,0062
DIVMO (%)	56,53 b	59,06 a	59,77 a	0,862	0,0351
DIVFDN (%)	40,46 c	42,89 b	44,33 a	0,658	0,0082
DIVFDA (%)	34,04 b	36,33 a	37,22 a	1,430	0,0106
<b>Parâmetros fermentativos</b>					
N-NH <sub>3</sub> (% do N-total)	1,97	2,06	2,23	0,160	0,6172
pH	4,48 a	3,61 b	3,58 b	0,070	0,0016
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	524,63	519,75	525,82	2,263	0,1738
<b>Perdas</b>					
PTMS (%MS)	7,08 a	4,65 b	4,26 b	0,509	0,0027
Efluente (kg/ton)	26,60	13,57	16,92	2,882	0,0707
Gases (% da MS)	4,53 a	3,33 b	2,60 c	0,287	0,0000

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido; N-NH<sub>3</sub>: nitrogênio amoniacal; PTMS: perdas totais de matéria seca.

As proporções de folha, colmo, material senescente e relação folha: colmo são avaliações fundamentais para determinar o momento de melhor corte de um capim, pois a produtividade de uma forrageira é avaliada de forma conjunta com essas características, com preferência para a quantidade de folhas, pois estas são mais ricas em nutrientes quando comparado aos colmos (Castro *et al.* 2010; Van Soest 1994). No presente trabalho a proporção de folhas, colmo e material senescente foram 51,42%, 35,69% e 12,89%, respectivamente. Castro *et al.* (2010) encontraram proporções de 83,7%, 9,8% e 6,5% para folha, colmo e material senescente, respectivamente, ao 84 dias e 80,8%, 11,9% e 7,3% para as mesmas variáveis aos 107 dias. O que indica a qualidade da forrageira pode ser tornar comprometida pelo decréscimo da parte mais nutritiva (folha) e aumento de partes mais lignificadas que servirão de sustentação a planta (colmos). Assim, a menor digestibilidade em forrageiras tropicais estão relacionadas com a maior participação de colmos com o avanço de idade para corte (Wilson and Hatfield. 1997).

A cv. Zuri colhida aos 90 dias de rebrota sem inclusão de aditivos apresenta teores de MS da silagem (Tabela 7) dentro da faixa ideal (25 a 35% de MS) recomendado por McDonald *et al.* (1991). Os valores ideais de MS promovem a confecção de silagens de boa qualidade, e podem proporcionar facilidade na compactação da massa a ser ensilada, com isso pode refletir em reduções de perdas durante o processo de fermentação (Ítavo *et al.* 2010).

### *Ácido acético*

O teor de MS desempenha papel fundamental na confecção da silagem ao aumentar a concentração de nutrientes, facilitar os processos fermentativos e diminuir a capacidade de ação dos clostrídeos (Wascheck *et al.* 2008). Segundo McDonald *et al.* (1991) para a produção de silagem de boa qualidade os teores mínimos de MS, devem ser de 25% para que as perdas de nutrientes por efluente no silo sejam minimizadas, proporcionando condições propícias para ocorrência de boa fermentação, inibindo as possíveis fermentações indesejáveis. Apesar de ter ocorrido redução nos teores de MS por meio da adição de ácido acético, decorrente da diluição do ácido acético com água, os valores ainda ficaram dentro da faixa ideal de 25 a 35% (McDonald *et al.* 1991).

A mensuração do valor de pH na silagem é um importante indicador da qualidade de fermentação, sendo possível classifica-las em termos de qualidade (Jobim *et al.* 2007). Os valores de pH das silagens (Tabela 8) foram considerados dentro ou próximo da faixa adequada da conservação, entre 3,8 a 4,2 conforme McDonald *et al.* (1991). Segundo Pinho *et al.* (2013) essa faixa é considerada adequada às silagens bem conservadas devido haver a restrição das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídeos.

De acordo Yitbarek e Tamir (2014) a inclusão de ácidos na ensilagem de forrageiras provoca uma queda imediata do pH, corroborando com o que foi observado no momento da inclusão do ácido acético (tabela 8) na ensilagem, proporcionando redução imediata do pH de 6,94 para 4,16.

Os processos de conservação de forragem apresentam frequentemente perdas de nutrientes de diversas proporções e eventualmente essas perdas ocorrem ao longo do período de ensilagem, na forma de gases e efluente, os quais são indesejáveis e deve ser evitado para não ocasionar prejuízos no processo fermentativo, como o aumento da proteólise e o estabelecimento de bactérias do gênero *Clostridium*.

As perdas totais de matéria seca e por efluentes observadas tiveram efeito linear crescente. As perdas de MS são causadas pela respiração celular, metabolismo de microorganismos anaeróbicos e pela fermentação, durante a ensilagem, com a produção de água e CO<sub>2</sub> (Junges *et al.* 2013).

Ribeiro *et al.* (2009), ressaltaram que quanto maior o teor de MS menor será a produção de efluente, pois disponibilizam substratos fermentáveis aos microrganismos, decorrente da maior capacidade fermentativa, corroborando com este trabalho, o qual obteve-se maiores perdas por efluente nos tratamentos com menores teores de matéria seca (6 e 9 L/ton. de capim).

#### *Fubá de milho*

O fubá de milho, assim como a casca de soja, casca de café e farelo de trigo e outros aditivos secos e com bom valor nutritivo são referenciados na literatura como opções de aumento no percentual de MS pela absorção do excesso de umidade, com intuito de melhorar tanto o valor nutricional da silagem de forrageiras como a fermentação microbiana (Andrade *et al.* 2012; Igarasi 2002; Zanine *et al.* 2006). A inclusão de 25 e 50% de fubá de milho elevou o teor de MS para 27,95% e 29,67%, comparado a silagem da cv. Zuri sem aditivo com 26,93%. Estes resultados estão de acordo com Zanine *et al.* (2006) em que adicionou farelo de trigo a silagem de capim elefante na proporção de 15 e 30% da silagem e obteve resultado de 28,52% e 38,20% de MS, e quando a silagem não recebeu o aditivo, o resultado foi de 18,8 % de MS. Andrade *et al.* (2012) observaram que inclusão de 10% de casca de soja e fubá de milho resultou em um aumento 34 e 37% de MS na silagem, comparado à silagem de capim elefante sem aditivo.

Ávila *et al.* (2003) avaliando a inclusão de farelo de trigo em silagem de capim-tanzânia, observaram a redução de FDN e FDA e aumento do teor proteico. Resultado

semelhante foi encontrado neste trabalho, no qual a silagem sem aditivo obteve 78,99% de FDN e reduziu para 75,29% com 25 kg/ton e para 73,12% com a inclusão de 50 kg/ton de fubá de milho na silagem, porém, não influenciou o teor proteico com adição do aditivo. Monteiro *et al.* (2011) trabalhando com os aditivos alternativos cana-de-açúcar, casca de soja, farelo de arroz e fubá de milho na ensilagem de capim elefante, observaram redução nos teores de FDN de 68,35 para 61,46% com inclusão de farelo de arroz e 50,56% com inclusão de fubá de milho, e FDA de 40,40 para 37,23% com inclusão de farelo de arroz e 24,12% com inclusão de fubá de milho.

Houve aumento nos teores de MO conforme se adicionou fubá de milho (Tabela 9), com teores de 92,04%, 93,66% e 94,75% da MS para silagem sem aditivo, 25 kg/ton e 50 kg/ton de inclusão, respectivamente. Para cinzas, ocorreu o inverso, com teores de 7,96%, 6,34% e 5,25% da MS para silagem sem aditivo, 25 kg/ton e 50 kg/ton de inclusão, respectivamente. O mesmo foi observado por Andrade e Lavezzo (1998) avaliando doses crescentes de farelo de trigo (0, 8, 16 e 24%) em silagem de capim-elefante nas duas variáveis.

Os maiores coeficientes de digestibilidade da MS e MO foram reportados nas silagens com adição de fubá de milho, resultado coerente, uma vez que estas silagens apresentaram as menores concentrações de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e maiores concentrações matéria seca e matéria orgânica. Avaliando silagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça, colhida aos 75 dias de rebrota, sem aditivo, Oliveira *et al.* (2014) encontraram valores de 53,13%, o qual está próximo ao reportado neste trabalho para a silagem de capim-Zuri sem inclusão (53,18%).

A DIVFDN foi melhorada conforme aumentou às doses de inclusão de fubá de milho, isto pode ser decorrente da natureza da fibra do fubá de milho e não da quebra das ligações fibrosas da parede celular da gramínea (Zanine *et al.* 2006).

O pH foi menor nas inclusões de 25 e 50 kg/ton de fubá de milho, com valores de 3,61 e 3,58 respectivamente, comparado a silagem sem aditivo com 4,48. Barreiros *et al.* (2007) e Zanine *et al.* (2006) não observaram influencia da inclusão de fubá de milho entre os valores médios de pH em silagens do resíduo da extração do palmito da pupunha e farelo de trigo em silagens de capim elefante. Oliveira *et al.* (2014) avaliando silagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça, colhida aos 75 dias de rebrota, sem aditivo e com 5% de farelo de trigo encontraram valores de pH de 4,82 e 4,99, respectivamente. Contudo é possível notar que no presente trabalho as silagens com fubá de milho estão dentro ou muito próximo das silagens consideradas de qualidade com base no pH de 3,6 a 4,2 (Tomich *et al.* 2003).

A ausência da inclusão de fubá de milho na silagem resultou em maior perda de matéria seca total (7,08% MS) quando comparado as inclusões de 25 kg/ton (4,65% MS) e 50 kg/ton (4,26% MS). Zanine *et al.* (2006) não encontraram diferença significativa para recuperação de MS em silagem de capim elefante com adição de farelo de trigo, com média de 88,25, 85,03 e 86,99 para a não inclusão do aditivo, inclusão de 15 e 30%, respectivamente.

A maior inclusão de fubá de milho de 50 kg/ton resultou em menor perda de gases (2,60% MS) na silagem de cv. Zuri, comparado a perda de 3,33% MS com inclusão de 25 kg/ton e maior perda de gases de 4,53% MS observada sem inclusão de fubá de milho. McDonald *et al.* (1991) ressalta que quando há maior teor de umidade ocorre a ação de bactérias do gênero *Clostridium* e enterobactérias, resultando em maior produção de gases na silagem, entretanto, não foi o que ocorreu no presente trabalho.

### **Conclusões**

A inclusão de ácido acético no nível de 3 L/ton da matéria natural para a ensilagem do capim *Panicum maximum* cv. Zuri favoreceu a conservação do material ensilado sem prejudicar o valor nutricional das silagens.

A inclusão de fubá de milho com 50 kg/ton na matéria natural na ensilagem melhora o valor nutricional e as características fermentativas das silagens do capim *Panicum maximum* cv. Zuri.

A cv. Zuri apresenta potencial forrageiro para conservação como silagem aos 90 dias com uso de aditivos na ensilagem.

### Referências

ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G.; BEZERRA, A.R.G.; ALMEIDA, J.A.R.; SILVA, P.H.S.; ARAÚJO, J.A.M. Aspectos qualitativos da silage de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.33, n.3, p.1209-1218, 2012.

ANDRADE, J.B. and LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I.Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.11, p1859-1872, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 1996. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, E.R.; MORAIS, E.R.; TAVARES, V.B. 2003. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos teores matéria seca e proteína bruta. In: XL Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais... Santa Maria-RS. UFSM, Santa Maria. (CD ROM).

BACKES, A.A.; SANTOS, L. dos LIMA.; FAGUNDES, J.L.; BARBOSA, L.T.; MOTA, M.; VIEIRA, J.S. Valor Nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v.15, n.1, p.182-191 jan/mar., 2014.

- BARREIROS, D.C.; OLIVEIRA, L.S.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; SILVA, C.F.P.G.; ALMEIDA, F.M.; PEDREIRA, M.S.; LOURES, D.R.S. Efeito de adição de fubá de milho no perfil fermentativo da silagem do resíduo da extração do palmito da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). In: REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO DE ZOOTECNIA, 13.; 2007, Londrina. Anais... Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007.
- BOLSEN, K.K. Silage: basic principles. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) Forages. 5.ed. Ames: Iowa State University, 1995. p.163-176.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v.75. p.3066-3083, 1992.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, 2006, v.40, p.165-176.
- CASTRO, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.3, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2015. BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. Folder informativo, Campo Grande, MS, Brasil.
- EUCLIDES, V.P.B.; LOPES, F.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; DA SILVA, S.C.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A. Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. *Animal Production Science*, 2016, n.56, p.1849-1856.
- GOURLEY, L.M. & LUSK, J.W. Genetics parameters relatec to sorghum silage quality. *Journal Science Food Agriculture*, v.61, n.12, p.1821-1827, 1978.

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 de inoculante bacteriano. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal de Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba

ÍTAVO, L.C.V. , SANTOS, G.T, JOBIM, C.C., VOLTOLINI, T.V., BORTOLASSI, J.R., FERREIRA, C.C.B. Aditivos na Conservação do Bagaço de Laranja in natura na Forma de Silagem. *Rev. Bras. Zootec.*, 29, p: 1474-1484, 2000.

ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G. et al. Composição química e parâmetros fermentativos de silagens de capim-elefante e cana-de-açúcar tratadas com aditivos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, p.606-617, 2010.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 101-119, 2007.

JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; NOVINSKI, C. O. E DANIEL, J. L. P. Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* v.35:371-377, 2013.

McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2. Ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL L.S.; RIBEIRO, M.D.; DOS REIS, F.H.P. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v.33, n.4, p.347-352, 2011.

OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; LIMA, L. S.; BORJA, M. S.; CORREIA, B. R.; COSTA, J. B.; LEÃO, A. G. Torta de dendê oriunda da produção do

biodiesel na ensilagem de capim-Massai. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v.12, n.4, p.881-892 out/dez, 2011.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; MOURA, L.V.; GABRIEL, A.M.A.; BUSCHINELLI DE GÓES, R.H.T.; LEMPP, B.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com aditivos agroindustriais. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1543-1556, 2014.

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; RODRIGUES, J. A. S.; MACEDO, C. HENRIQUE O.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; BEZERRA, H. F. C.; PERAZZO, A. F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. Revista Brasileira Saúde Produção Animal, Salvador, v.14, n.3, p.426-436 jul./set., 2013.

RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; SCHIMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.2, p.230-239, 2009.

ROSA, B. Produção e valor nutritivo de silagens (material preparado para uso exclusivo da disciplina e circulação interna). Volume 1, Goiânia – GO, 2009. EVZ – UFG.

SILVA, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 165p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; ÁVILA, C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo, absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.1, Viçosa, 2009.

TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. et al. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, p.756-762, 2003.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. et al. (Eds.) *Capim-elefante: produção e utilização*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 113-160.

WASCHECK, R. C.; REZENDE, P. L. P.; MOREIRA, P.C.; REIS, R. B.; DA ROSA, S. A.; NETO, C. L. Substituição do milho grão triturado por farelo de arroz parboilizado na dieta de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 4, p. 867-873, 2008.

WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. *Austr. Journal of Agricultural Research*, v.48, p.165-180, 1997.

YITBAREK, M.B.; TAMIR, B. SILAGE ADDITIVES: REVIEW. **Open Journal Of Applied Science**, v.4, p.258-274, 2014.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J., OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C. C., PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. *Archivos de Zootecnia, Córdoba*, v.55, n.209, p.75-84, 2006.

**Silagens de *Panicum maximum* cv. Tamani aditivados com ácido acético e fubá de milho****Silages of *Panicum maximum* cv. Tamani additives with acetic acid and corn meal**

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi estudar a qualidade da silagem do cv. Tamani com a inclusão de ácido acético e fubá de milho como melhoradores do processo fermentativo. Foram avaliados quatro níveis de inclusão de ácido acético (0, 3, 6 e 9 L/ton) e três níveis de fubá de milho (0, 25 e 50 kg/ton da matéria natural), com cinco repetições por tratamento. Houve efeito linear negativo na inclusão do ácido acético para teor de MS e N-NH<sub>3</sub>. Com inclusão de 6 e 9 L/ton de ácido, o valor de pH foi igual ou abaixo de 4,2. As perdas totais de matéria seca e efluentes tiveram efeito quadrático. O teor mais baixo de MS encontrado foi sem a inclusão de fubá (24,3%). O pH reduziu de 4,62 na silagem sem aditivo para 3,88 com 50 kg/ton de fubá de milho. Ao incluir o fubá de milho as perdas por efluentes, gases e totais de matéria seca foram reduzidos. A inclusão de ácido de 6 L/ton e até 50 kg/ton de fubá na ensilagem do cv. Tamani favoreceu a conservação do material ensilado não prejudicando o valor nutricional das silagens.

**Palavras-chave:** aditivo, forrageiras tropicais, híbrido, matéria seca, nitrogênio amoniacal, pH

**Abstract:** The objective of this work was study the silage quality of cv. BRS Tamani with the inclusion of acetic acid and corn meal as fermentative process improvers. Four acetic acid levels (0, 3, 6 and 9 L/ton) and three corn meal levels (0, 25 and 50 kg/ton of natural matter) were evaluated, with five replicates per treatment. There was a negative linear effect in the inclusion of acetic acid to DM and N-NH<sub>3</sub>. With inclusion of 6 and 9 L/ton acid, the pH value was same to or below 4.2. Total dry matter and effluent losses had a quadratic effect. The

lowest DM content was found without maize (24.3%) inclusion. The pH reduced from 4.62 in the silage without additive to 3.88 with 50 kg / ton of maize corn. By including maize corn, losses by effluents, gases and totals of dry matter were decreased.

**Keywords:** additive, tropical forages, hybrid, dry matter, ammoniacal nitrogen, pH

### Introdução

Estima-se que a produção de palhada por ano pela sobra da colheita das sementes seja cerca de 2,8 milhões de toneladas, a qual tem sido descartada, principalmente pela queima, o que resulta em poluição ambiental nas regiões produtoras (Souza e Silveira 2006).

No entanto, o processo de conservação por meio da silagem pode ser comprometido por fermentações secundárias, devido às forrageiras apresentarem baixo teor de matéria seca, de carboidratos solúveis e alto poder tampão quando estão em estádios de crescimento com bom valor nutritivo (Evangelista *et al.* 2004). Atendendo essas características a garantia de favorecimento de uma boa fermentação pode ser maior (Vasconcelos *et al.* 2009), e a utilização de alguns capins podem ser utilizados na confecção de silagem, desde que sejam ensilados em desenvolvimento ideal ou com a inclusão de aditivos adequados (Zanine *et al.* 2006).

Os aditivos absorventes de umidade são fontes de carboidratos, utilizados para elevar o teor de MS das silagens, reduzirem a produção de efluentes e aumentar o valor nutritivo das silagens (McDonald *et al.* 1991). Por outro lado, a redução de nutrientes, a rápida queda de pH, aumento da estabilidade aeróbica e a inibição da ação de bactérias indesejáveis (*Clostridium*) pode ser conseguida através da inclusão de aditivos ácidos (Yitbarek e Tamir 2014).

A cultivar Tamani (*Panicum maximum*) é a primeira cultivar híbrida lançada pela EMBRAPA, de porte baixo, porém com um rebrote vigoroso com elevado teor de proteína (9% mais elevada que a cv. Tanzânia) e digestibilidade (3% mais elevada que a cv. Tanzânia) e com produtividade anual de 15 ton/ha/ano de matéria seca foliar (EMBRAPA 2015; Jank *et al.* 2015), porém, por ser uma cultivar lançada a pouco tempo não há informações relacionadas a sua utilização como silagem.

O objetivo deste trabalho foi estudar a qualidade da silagem do cultivar Tamani com a inclusão de ácido acético e fubá de milho como melhoradores do processo fermentativo por meio da análise bromatológica, digestibilidade *in vitro*, parâmetros fermentativos e perdas.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada em Terenos – MS lat. 20°26'46''S - long. 54°50'39''W. O capim utilizado foi o *Panicum maximum* cv. Tamani, oriundo de canteiros experimentais, colhidos aos 90 dias após rebrota.

O delineamento foi inteiramente casualizado, os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão de ácido acético (0, 3, 6 e 9 L/ton da matéria natural) diluído em água na proporção de 1:9, e três níveis de fubá de milho (0, 25 e 50 kg/ton da matéria natural) adicionados no momento da ensilagem, com cinco repetições por tratamento. O capim foi colhido e picado com tamanho de partícula de aproximadamente 2,0 cm, homogeneizado com seus respectivos aditivos e compactado com soquetes de madeira em micro silos de PVC (50 cm de altura x 10 cm de diâmetro). Cada micro silo possuía uma camada de areia seca e um pedaço de tecido (TNT) para determinar as perdas por efluente. Após a compactação do material, os silos foram vedados com tampa de PVC dotados de válvula Bunsen e lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados.

Após 50 dias de conservação (anaerobiose) os silos foram pesados, para determinação das perdas totais de matéria seca, por gases e efluentes e, em seguida, abertos. As perdas totais de matéria seca, gases e efluentes foram calculadas conforme equação adaptada por Jobim *et al.* (2007). Aproximadamente 10 cm de cada extremidade do conteúdo dos silos abertos foram desprezados. O conteúdo central foi homogeneizado e separado em duas amostras, a primeira porção foi destinada para determinação do pH (Silva e Queiroz, 2002) e do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) conforme Bolsen *et al.* (1992).

Outra porção foi pré-seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas, posteriormente, moídas em moinho de facas tipo Willey, e destinadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) conforme procedimentos descritos por AOAC (1996).

Foram avaliadas as digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) pelo método proposto por Holden (1999), por meio do equipamento DAISY.

#### *Análise estatística*

Os dados das silagens com ácido acético foram submetidos a análise de variância e regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade.

Enquanto que os dados das silagens com o aditivo fubá de milho foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, em nível de 5% de significância.

### **Resultados**

A tabela 10 contém os resultados de produção de matéria verde total (kg/ha), produção de matéria seca total (kg/ha), proporção de folha (%), proporção de colmo (%), proporção de

matéria senescente e relação folha: colmo das cultivares de *Panicum maximum* cv. Tamani antes da ensilagem.

**Tabela 10.** Produção de forragem e características morfológicas do capim *Panicum maximum* cv. Tamani

Produção de matéria verde total (kg/ha)	19.225,00
Produção de matéria seca total (kg/ha)	4.831,24
Proporção de folha (%)	43,20
Proporção de colmo (%)	41,05
Proporção de senescente (%)	15,75
Relação Folha: Colmo	1,05

As médias de pH, composição química-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* do capim *Panicum maximum* cv. Tamani, com ou sem inclusão de ácido acético ou fubá de milho antes da ensilagem, está apresentado na Tabela 11.

#### *Ácido acético*

A inclusão do ácido acético na ensilagem da cv. Tamani reduziu linearmente o teor de MS da silagem, a concentração de N-NH<sub>3</sub> e o pH, e aumento linear positivo (P<0,05) para a DIVFDN e densidade. Para as demais variáveis não foi observado efeito do ácido acético sob a silagem (Tabela 12). Houve efeito quadrático (P<0,05) para as perdas totais de matéria seca, efluente e gases.

**Tabela 11.** pH, composição química-bromatológica e digestibilidade do capim *Panicum maximum* cv. Tamani antes da ensilagem com inclusão de ácido acético ou fubá de milho

Item	Ácido acético (L/ton de capim)				Fubá de milho (kg/ton de capim)		
	0	3	6	9	0	25	50
pH	7,12	4,89	4,68	4,42	7,12	6,65	6,48
MS	25,13	25,62	23,43	23,77	25,13	26,15	26,86
PB	10,33	9,93	9,47	9,68	10,33	9,25	8,82
MO	92,40	91,71	92,47	92,84	92,40	93,23	93,80
FDN	74,36	74,31	73,34	73,67	74,36	72,59	68,89
FDA	55,92	56,27	55,35	56,34	55,92	54,40	49,06
DIVMS	59,72	57,13	54,55	53,32	59,72	60,47	61,99
DIVFDN	45,82	46,95	45,94	47,57	44,84	47,58	49,12
DIVFDA	38,54	41,67	40,91	39,42	36,54	35,26	42,67

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido.

#### *Fubá de milho*

A inclusão de 50 kg/ton de fubá de milho na ensilagem da cv. Tamani apresentaram os maiores teores de MS, DIVFDN e DIVFDA da silagem. A inclusão de 25 e 50 kg/ton de fubá de milho aumentaram os teores de MO, DIVMS, DIVMO e diminuiu os teores de FDN e FDA (Tabela 4). O teor de PB das silagens com inclusão de fubá de milho não obteve diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

Já para os parâmetros fermentativos, foi observado efeito da inclusão de fubá de milho para as concentrações de N-NH<sub>3</sub> e o pH das silagens da cv. Tamani. O nível de 50 kg/ton apresentou a menor concentração de N-NH<sub>3</sub>. Os níveis de 25 e 50 kg/ton apresentaram os menores valores de pH da silagem. Não houve efeito do aditivo para densidade da silagem (Tabela 13).

As menores perdas de matéria seca total foram com a inclusão de fubá de milho. Observando as perdas de efluente e de gases, as menores foram com inclusão de 25 e 50 kg/ton, entretanto, a perda de efluentes de 25 e 50 kg/ton não diferiram da maior perda encontrada sem a inclusão do aditivo.

**Tabela 12.** Composição química-bromatológica, digestibilidade *in vitro*, parâmetros fermentativos e perdas das silagens de *Panicum maximum* cv. Tamani com níveis de inclusão de ácido acético na ensilagem

Item	Ácido acético (L/ton. de capim)				EPM	P-value	
	0	3	6	9		L	Q
Composição química-bromatológica							
MS (%) <sup>1</sup>	24,39	23,88	23,37	22,78	0,139	0,0036	0,2314
PB (% da MS)	8,54	8,47	8,38	8,34	0,121	0,3361	0,3824
MO (% da MS)	92,68	92,64	92,62	92,85	0,087	0,2857	0,2435
CINZAS (% da MS)	7,32	7,36	7,38	7,15	0,087	0,3602	0,2430
FDN (% da MS)	75,73	76,64	76,25	76,48	0,349	0,1862	0,2367
FDA (% da MS)	56,64	56,34	57,93	56,30	0,314	0,3841	0,4205
DIVMS (%)	52,74	51,91	51,09	51,07	0,567	0,1011	0,3604
DIVMO (%)	59,51	58,95	58,26	61,76	0,843	0,3667	0,1868
DIVFDN (%) <sup>2</sup>	40,54	41,09	43,38	43,42	0,164	0,0082	0,2381
DIVFDA (%)	36,84	36,17	35,73	35,95	0,599	0,1268	0,3653
Parâmetros fermentativos							
N-NH <sub>3</sub> (% do N-total) <sup>3</sup>	4,11	4,01	3,86	3,05	0,107	0,0265	0,4325
pH <sup>4</sup>	4,62	4,45	4,24	4,06	0,084	0,0002	0,1731
Densidade (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>5</sup>	533,54	608,35	627,63	641,12	1,618	0,0018	0,9651
Perdas							
PTMS (% MS) <sup>6</sup>	7,32	9,14	9,85	8,21	0,320	0,0203	0,0001
Efluente (kg/ton) <sup>7</sup>	21,90	41,74	45,55	39,75	3,064	0,0006	0,0006
Gases (% da MS) <sup>8</sup>	5,23	5,15	5,51	4,40	0,150	0,0149	0,0096

$^1Y = 24,2374 - 0,19798*n$  ( $R^2=0,97$ );  $^2Y = 40,3883 + 0,39853*n$  ( $R^2=0,98$ );  $^3Y = 4,0756 - 0,11561*n$  ( $R^2=0,93$ );  $^4Y = 4,63788 - 0,06388*n$  ( $R^2=0,92$ );  $^5Y = 531,361 + 12,4001*n$  ( $R^2=0,96$ );  $^6Y = 7,25503 + 0,97635*n - 0,0958882*n^2$  ( $R^2=0,98$ );  $^7Y = 22,2181 + 8,31284*n - 0,712326*n^2$  ( $R^2=0,99$ );  $^8Y = 5,13122 + 0,186808*n - 0,0286296*n^2$  ( $R^2=0,73$ )

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido; N-NH<sub>3</sub>: nitrogênio amoniacal; PTMS: Perdas totais de matéria seca.

### Discussão

A produção de matéria seca total de 4.831,24 kg/ha (Tabela 10) e a proporção de colmo (41,05%) foram maiores comparado as médias de produção de capim Mombaça e Massai (3.197 kg/ha) e proporção de colmo de 20,35% em um período de 4 anos antes do pastejo (Euclides *et al.* 2008). No entanto a proporção de folha (43,2%) e de material senescente (15,75%), foi menor o encontrado por Euclides *et al.* (2008), sendo, 57,77 e 22,1%, respectivamente. Sendo assim, a relação de folha: colmo foi maior (4,7 para Massai e 2,5 para Mombaça) comparado ao presente trabalho de 1,05 para cv. Tamani.

A cv. Tamani colhida aos 90 dias de rebrota sem inclusão de aditivos não apresentou (Tabela 11) teores de MS da silagem dentro da faixa ideal (25 a 35% de MS) recomendado por McDonald *et al.* (1991) apenas na inclusão de 6 e 9 L/ton de ácido acético. Entretanto os teores de MS do material original antes da ensilagem estavam próximos do mínimo (25%) recomendado pelo autor para garantir fermentação adequada para conservação da forrageira ensilada. Segundo Ítavo *et al.* (2010) os valores ideais de MS promovem a confecção de

silagens de boa qualidade, e podem proporcionar facilidade na compactação da massa a ser ensilada, com isso pode refletir em reduções de perdas durante o processo de fermentação.

### *Ácido acético*

Na composição química bromatológica, a inclusão de ácido acético na ensilagem da cv. Tamani, o teor de MS foi reduzindo linearmente (Tabela 13), resultando em teores abaixo do recomendado. O teor de MS desempenha papel fundamental na confecção da silagem ao aumentar a concentração de nutrientes, facilitar os processos fermentativos e diminuir a capacidade de ação dos clostrídeos (Wascheck *et al.* 2008). Outra recomendação na literatura é o mínimo de 25% MS necessário para que as perdas por efluente no silo sejam minimizadas, o que resulta em manutenção dos nutrientes da forrageira ensilada (McDonald *et al.* 1991).

Quanto mais baixo for o teor de MS da forragem, é necessário que a relação carboidrato solúvel: capacidade tampão (CT) seja elevada, para se obter silagens de boa qualidade. Ítavo *et al.* (2000) avaliando silagens de bagaço de laranja relata que a capacidade tampão determina aproximadamente a quantidade de fermentação ácida para alcançar determinado pH. Quando a planta apresenta alta CT a velocidade de abaixamento do pH é lenta e em consequência, as perdas no processo de ensilagem são maiores, reduzindo a qualidade da silagem (Jobim *et al.* 2007).

Ao se elevar a adição de ácido acético na silagem, observou-se aumento linear na DIVFDN. Na inclusão de 90 L/ton de ácido, o incremento na DIVFDN foi de 2,33%, provavelmente pode ter ocorrido hidrólise na parede celular, favorecendo a ação dos microrganismos ruminais. Segundo Desta *et al.* (2016) os ácidos orgânicos produzidos durante a ensilagem e a adição direta de ácidos podem contribuir para a hidrólise de carboidratos estruturais.

**Tabela 13.** Composição química-bromatológica, digestibilidade *in vitro* (DIV), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), densidade, perdas por efluente (kg/ton. de matéria verde) e perdas por gases das silagens de *Panicum maximum* cv. Tamani com níveis de inclusão de fubá de milho na ensilagem

Item	Fubá de milho (kg/ton de capim)			EPM	P
	0	25	50		
Composição química-bromatológica					
MS (%)	24,39 c	26,03 b	27,44 a	0,469	0,0001
PB (% da MS)	8,14	8,53	8,54	0,040	0,1984
MO (% da MS)	92,68 b	93,37 a	93,64 a	0,152	0,0001
Cinzas (% da MS)	7,32 a	6,63 b	6,36 b	0,152	0,0001
FDN (% da MS)	75,33 a	71,02 b	69,22 c	0,188	0,0002
FDA (% da MS)	56,64 a	51,16 b	49,53 c	0,425	0,0001
DIVMS (%)	52,74 b	56,08 a	57,15 a	0,875	0,0004
DIVMO (%)	59,51 b	67,59 a	67,47 a	1,157	0,0005
DIVFDN (%)	40,54 c	43,97 b	45,43 a	0,324	0,0015
DIVFDA (%)	33,92 c	37,06 b	39,84 a	0,309	0,0001
Parâmetros fermentativos					
N-NH <sub>3</sub> (% do N-total)	4,11 a	2,97 b	2,36 c	0,266	0,0003
pH	4,62 a	4,04 b	3,88 b	0,126	0,0001
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	533,54	531,08	540,40	6,848	0,6740
Perdas					
PMS (% MS)	7,32 a	5,85 b	5,93 b	0,249	0,0000
Efluente (kg/ton)	21,90 a	10,02 b	16,88 ab	2,019	0,0041
Gases (% da MS)	5,23 a	4,89 b	4,31 b	0,137	0,0000

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido.

Quanto aos parâmetros fermentativos, o N-NH<sub>3</sub> pode ser um bom indicador da qualidade da silagem por estar diretamente correlacionada com o processo de proteólise da silagem (Teixeira *et al.* 2008). Observa-se (Tabela 12) efeito linear negativo para a inclusão do ácido acético nesta variável, o que pode ter ocorrido proteólise, entretanto o valor do N-NH<sub>3</sub> esta abaixo de 10% considerando silagem de boa qualidade (Pacheco *et al.* 2013). A classificação segundo o autor é muito boa (<10%), adequada (10 a 15%), aceitável (15 a 20%) e insatisfatória (>20%).

O pH da silagem foi reduzido pela inclusão do ácido acético. Com inclusão de 60 e 90 L/ton de ácido, o valor de pH foi igual ou abaixo de 4,2 (tabela 12), o que é considerado dentro da faixa ideal para que não ocorra fermentações indesejáveis dentro no silo durante a estabilização do material ensilado. O pH das silagens pode ser indicativo de boa conservação da silagem e devem estar entre 3,8 a 4,2, porém, é uma variável que não pode ser avaliada isoladamente. O valor do pH, é influenciado pelo teor de MS da forragem no momento da ensilagem, quando se tem valores altos de umidade, a queda do pH é de forma lenta, o que faz com que a proliferação de bactérias indesejáveis atue (Rodrigues *et al.* 2005).

Há de se destacar que no momento da inclusão do ácido acético na ensilagem, houve redução imediata do pH (de 7,12 para 4,42) com inclusão de 90 L/ton, corroborando com Yitbarek e Tamir (2014) que dizem que a inclusão de ácidos na ensilagem de forrageiras provoca uma queda imediata do pH.

Foi observado efeito na densidade (kg/m<sup>3</sup>) da massa ensilada (Tabela 12), o que pode estar relacionado ao teor de MS das silagens do capim-Tamani, devido ao fato da cultivar

apresentar baixo teor de MS (Tabela 11) no momento da ensilagem. O ácido acético por ser diluído em água (1:9), aumentando a quantidade de água no material ensilado e diminuindo o teor de MS, conseqüentemente maiores perdas por efluentes (Tabela 12).

Fatores ligados ao teor de MS, tamanho de partícula, processamento, tipo de silo e compactação influenciam no volume de efluente produzido. As perdas totais de matéria seca e por efluentes observadas tiveram efeito quadrático, aumentando as perdas por efluente até inclusão de 6 L/ton e diminuindo ao adicionar 9 L/ton de ácido acético. O que entra em desacordo com Yitbarek e Tamir (2014) até certo nível de inclusão, pois segundo os autores, a adição de ácidos aumenta as perdas por efluentes. Substâncias presentes no efluente como compostos orgânicos, açúcares, ácidos, proteína e minerais (Nussio *et al.* 2002) e aquelas provenientes da degradação de aminoácidos e amônia irão promover a redução do valor nutricional da silagem e na qualidade, pois estão afetando diretamente a concentração de nutrientes na silagem (Jobim *et al.* 2007).

As perdas por gases foram diminuídas com adição de 3 e 9 L/ton de ácido e aumentada quando a inclusão foi de 6 L/ton ou sem inclusão de ácido (Tabela 12). Pacheco *et al.* (2013) relacionam o perfil de fermentação da silagem com as perdas por gases, relatando que as menores perdas ocorrem pela ação das bactérias homofermentativas que utilizam a glicose como substrato para a síntese de lactato. Logo, sugere-se que bactérias heterofermentativas tiveram pouca síntese e ação nesta silagem, pelas baixas concentrações de perdas por gases, o que favoreceu a boa qualidade da silagem.

#### *Fubá de milho*

O teor mais baixo de MS encontrado, porém, próximo do mínimo de 25% de MS para que uma silagem de boa qualidade foi a da silagem sem a inclusão de fubá de milho (24,3%). O uso de fubá de milho favoreceu o aumento do teor de MS o que melhorou o processo de

fermentação das silagens. Há de se destacar que o aumento dos teores de MS ocasionado pelo fubá de milho proporcionou condições ideais para fermentação e consequentemente obtenção de boas silagens, conforme critérios definidos por McDonald (1981). Ao incluir o fubá de milho, as perdas por efluentes, gases e totais de matéria seca foram diminuídas, apresentando o efeito absorvente do aditivo fubá de milho (Tabela 13).

Nas silagens sem adição de fuba de milho, apresentou o maior teor para MM e menor valor para MO, isto pode estar relacionadas as maiores possibilidades de perdas por efluente neste tratamento, oriundos de fermentações indesejáveis (ASHBELL 1995).

Houve redução dos teores de FDN e FDA com a inclusão de fubá de milho. Além que o maior teor de FDN das silagens sem aditivo pode ser explicada pela perda de componentes solúveis da MS pelo efluente, o que aumenta os teores dos componentes da parede celular (McDonald 1981). Assim como o FDN, esses resultados são satisfatórios, pois a FDA é composta de componentes menos digeríveis pelas bactérias ruminais, pois, alimentos com altos teores destes constituintes apresentam redução na digestibilidade (Van Soest 1994).

Os maiores coeficientes de digestibilidade da MS e MO foram reportados nas silagens com adição de fubá de milho, resultado coerente, uma vez que estas silagens apresentaram as menores concentrações de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e maiores concentrações de proteína bruta, matéria seca e matéria orgânica.

As silagens que apresentaram teores mais baixos de FDN e FDA também apresentaram maiores valores de DIVFDN e DIVFDA, pois as frações fibrosas influenciam negativamente na digestibilidade.

O teor de nitrogênio amoniacal nas silagens tem sido um parâmetro amplamente utilizado para indicar a ocorrência de processo fermentativo eficiente. Teores de nitrogênio amoniacal inferiores a 10% do nitrogênio total da silagem indicam uma boa preservação do

material, baixa degradação das proteínas e conseqüentemente boa qualidade da silagem (VAN SOEST 1994; TOMICH *et al.* 2003).

O aditivo fubá de milho foi eficiente na redução do pH das silagens, porém a queda do pH mais acentuada para esta cultivar demonstra maior capacidade tampão desta forrageira. Este decréscimo do pH com a adição da fubá de milho, está relacionada ao aumento do teor de MS, que proporcionou um ambiente favorável ao desenvolvimento de bactérias lácticas, bem como, o fubá de milho forneceu carboidratos solúveis, que são substratos para as bactérias produtoras de ácido láctico. Ítavo *et al.* (2000) avaliando silagens de bagaço de laranja relata que a capacidade tampão determina aproximadamente a quantidade de fermentação ácida para alcançar determinado pH.

A redução no pH das silagens pode ter contribuído na diminuição dos níveis de N-NH<sub>3</sub>, provavelmente pela rápida inibição da proteólise e da ação de bactérias responsáveis por fermentações secundárias (Oliveira *et al.* 2011)

É válido considerar que o efluente das silagens carrega nutrientes digestíveis para base do silo, assim a inclusão do fubá de milho reduziu essas perdas de nutrientes via efluentes (Tabela 13). Tavares *et al.* (2009) avaliando silagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia com diferentes densidades verificaram que o aumento da densidade reduz o pH, porém aumenta a quantidade de efluente. Os autores encontraram na densidade de 500 kg/m<sup>3</sup> (densidade próxima ao do presente trabalho) para a silagem sem aditivo e aditivada com 5% de polpa cítrica produção de efluente de aproximadamente 50 e 35 L/ton de matéria verde e pH de 4,3 e 4,5 respectivamente. O uso da polpa cítrica reduziu as perdas por efluente em 30%.

### Conclusões

A inclusão de ácido acético no nível de 6 L/ton para o capim *Panicum maximum* cv. Tamani favoreceu a conservação do material ensilado não prejudicando o valor nutricional das silagens.

A inclusão de até 50 kg/ton de fubá de milho na ensilagem melhora o valor nutricional e as características fermentativas das silagens de capim *Panicum maximum* cv. Tamani.

Recomenda-se o uso da cv. Tamani colhida aos 90 dias para produção de silagem com o uso de aditivos.

### Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 1996. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v.75. p.3066-3083, 1992.
- DESTA, S.T.; YUAN, X.; LI, J.; SHAO, T. Ensiling characteristics, structural and nonstructural carbohydrate composition and enzymatic digestibility of Napier grass ensiled with additives. *Bioresource Technology*, v.221, p.447-454, 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2015. BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. Folder informativo, Campo Grande, MS, Brasil.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.1, p.18-26, 2008.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, n.2, p.446-452, 2004.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *J. Dairy Sci.*, v.82, p.1791-1794, 1999.

ÍTAVO, L.C.V , SANTOS, G.T, JOBIM, C.C., VOLTOLINI, T.V., BORTOLASSI, J.R., FERREIRA, C.C.B. Aditivos na Conservação do Bagaço de Laranja in natura na Forma de Silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, p: 1474-1484, 2000.

ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G. et al. Composição química e parâmetros fermentativos de silagens de capim-elefante e cana-de-açúcar tratadas com aditivos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, p.606-617, 2010.

JANK, L.; SANTOS, M.F.; VALLE, C.B.; BARRIOS, S.C.; SIMEÃO, R.M. Increased animal production through the development of high-quality tropical forages. *Alpa*, p. 85-89, 2015.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 101-119, 2007.

McDONALD, P. *The biochemistry of silage*. New York: John Willey & Sons, 1981. 226p.

McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2. Ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife. **Anais...** Recife, 2002. p.60-99.

- OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; LIMA, L. S.; BORJA, M. S.; CORREIA, B. R.; COSTA, J. B.; LEÃO, A. G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.12, n.4, p.881-892 out/dez, 2011.
- PACHECO, W.F.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L.; De Arruda, P.C.; CARMO, A.B.R.; SOUSA, D. Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de gliricídia. *Tecnologia e Ciencia Agropecuária*, v. 7, n.4, p. 69-75, 2013.
- RODRIGUES, A.A.; SOUZA, F.H.D. Utilização da palhada residual da produção de sementes de capim na alimentação de ruminantes. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 13 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular técnica, 42).
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998, 165p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SOUZA, F.H.D.; SILVEIRA, G.C. A palhada residual da produção de sementes de capins tropicais no Brasil. In: SOUZA, F.H.D.; POTT, E.B.; PRIMAVESI, O. et al. (Eds). *Usos alternativos da palhada residual da produção de sementes para pastagens*. São Carlos: EMBRAPA, 2006. p.13-28.
- TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; ÁVILA, C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo, absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, Viçosa, 2009.
- TEIXEIRA, F.A.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.V.; SILVA, F.F.; NASCIMENTO, P.V.N. Perdas na ensilagem de capim elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.1, p.227-233, 2008.

TOMICHI, T.R. et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. (Documentos, 57).

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, New York: Cornell University, 1994. 476p.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PINTO, T.F.; LIMA, W.C.; EDVAN, R.L.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.10, n.4, p.874-884 out/dez, 2009.

WASCHECK, R. C.; REZENDE, P. L. P.; MOREIRA, P.C.; REIS, R. B.; DA ROSA, S. A.; NETO, C. L. Substituição do milho grão triturado por farelo de arroz parboilizado na dieta de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. Ciência Animal Brasileira, v. 9, n. 4, p. 867-873, 2008.

YITBAREK, M.B.; TAMIR, B. SILAGE ADDITIVES: REVIEW. Open Journal Of Applied Science, v.4, p.258-274, 2014.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.D.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. Archivos de Zootecnia, v.55, n.209, p.75-84, 2006.