

DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DA SILAGEM DO CAPIM ELEFANTE COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Paula Cristiane Trindade¹, Rogério de Paula Lana², Cristina Mattos Veloso³, Djalma Silva Pereira⁴

RESUMO - Foi objetivo avaliar o desenvolvimento do capim elefante em resposta à adubação com esterco bovino no plantio e a qualidade da silagem resultante. O primeiro experimento visou avaliar as características agronômicas, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos (0, 6, 12 e 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino) e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. No segundo experimento, foram feitos dois estudos com silagens aos 110 dias de idade da planta, em delineamentos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando de 16 unidades experimentais cada. No primeiro caso, os tratamentos consistiram de quatro níveis de adubação (0, 6, 12 e 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino) e, no segundo caso, os tratamentos foram em fatorial 2x2: sem e com adubação (0 e 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino) e sem e com fubá de milho (0 ou 10% p/p). Houve efeito da adubação sobre o número de plantas.ha⁻¹ aos 110 dias e efeito quadrático sobre a produtividade de massa verde aos 110 dias. Não houve efeito estatístico da adubação sobre a altura da planta, diâmetro do colmo e número de folhas.planta⁻¹ aos 110 e 220 dias. Entretanto, no ensaio em fatorial, a silagem com 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino apresentou menor perda por efluente e perda total e a adição de fubá de milho reduziu o pH da silagem somente de capim elefante no nível 0%. Conclui-se que 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino maximiza a produção de massa verde na fase inicial de crescimento do capim elefante e a utilização de 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino e 10% de fubá de milho melhoram o padrão fermentativo da silagem.

Palavras chave: esterco bovino, fubá de milho, produção orgânica, qualidade da silagem.

PRODUCTION CHARACTERISTICS AND SILAGE QUALITY OF ELEPHANT GRASS FERTILIZED WITH CATTLE MANURE

ABSTRACT - The objective was to evaluate the elephant grass development in response to the use of manure in the planting and the respective quality of silages. The first experiment aimed to evaluate agronomical characteristics, in a randomized blocks design with four treatments (0, 6, 12 and 18 ton.ha⁻¹ manure) and five replications, totaling 20 experimental units. In the second experiment, two silages assays were made with plants at 110 days of age, in completely randomized designs, with four treatments each and four replications, totaling 16 experimental units each. In the first case, the treatments consisted of four levels of fertilization (0, 6, 12 and 18 ton.ha⁻¹ manure) and in the second case, the treatments were in factorial 2x2: without or with fertilization (0 and 18 ton.ha⁻¹ manure) and without or with corn meal (0 or 10% w/w). There was effect of fertilization on the number of plants.ha⁻¹ at 110 days and quadratic effect on green mass productivity at 110 days. There was no statistical effect of fertilization on the plant height, stem diameter and number of leaves.plant⁻¹ at 110 days and at 220 days. However, in factorial essay, the silage fertilized with 18 ton.ha⁻¹ of cattle manure showed lower effluent loss and total loss and the addition of corn meal reduced silage pH only of unfertilized elephant grass. It is concluded that 18 ton.ha⁻¹ of cattle manure maximizes green mass production in the early stage of elephant grass growth and the use of 18 ton.ha⁻¹ of cattle manure and 10% of corn meal improve the fermentative standard of the silage.

Keywords: bovine manure, corn manure, organic production, grass silage.

¹ Mestre em Agroecologia/UFV, Viçosa-MG; Bolsista FAPEMIG; paulatrindade@live.com.

² Departamento de Zootecnia/UFV; Bolsista 1B do CNPq (306.599/2014-7); rlana@ufv.br.

³ Departamento de Zootecnia/UFV; cristina.veloso@ufv.br.

⁴ Mestre em Agroecologia/UFV; Bolsista FAPEMIG; djalma.pereira@ufv.br.



INTRODUÇÃO

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é uma das gramíneas mais importantes e difundidas em todas as regiões tropicais e subtropicais. O seu elevado potencial de produção evidencia a importância desta espécie para a produção animal. Entretanto, variáveis como a alta produtividade no período chuvoso e a redução do crescimento no período seco do ano podem resultar em variações nos valores nutricionais da planta forrageira, principalmente devido às menores temperaturas e baixas precipitações pluviométricas no período seco (Daher et al., 2017).

Grande parte dos agricultores utiliza quantidades de fertilizantes além das necessidades nutricionais das culturas em virtude dos elevados preços dos fertilizantes químicos. A eminente crise nas reservas de adubos químicos e a preocupação crescente com o gerenciamento de resíduos sólidos, bem como pela preocupação em se evitar o desperdício e manter a ciclagem de nutrientes na propriedade, justifica trabalhos com o uso de adubos orgânicos. O presente trabalho enfatiza a utilização do esterco bovino, que é importante recurso na fertilização de culturas como milho, café, cana de açúcar e pastagens (Marín et al., 2015).

A substituição de insumos industriais por recursos disponíveis na propriedade é o primeiro passo no processo de transição agroecológica, no entanto, há de se considerar insuficiente o conhecimento quantidades de esterco bovino que devem ser aplicadas ao solo para obtenção de rendimentos satisfatórios na produção das culturas agrícolas (Figueroa et al., 2012). Em adição, há um aumento na eficiência agrônomico e econômica das adubações e redução de eventuais impactos ambientais como a contaminação do solo e da água.

A conservação de forragem por meio da ensilagem é uma técnica que pode ser utilizada devido ao seu custo-benefício para o sistema em suas diversas condições climáticas, considerada viável a sustentabilidade do sistema produtivo animal (Negrão & Silva, 2011). Com perdas mínimas, e a combinação qualidade da silagem e desejado valor nutritivo que são influenciados por inúmeros fatores biológicos e tecnológicos, é o que a torna a mais atraente dentre as demais. Quando técnicas de ensilagem adequadas são utilizadas, a silagem pode apresentar o valor nutritivo igual ao da forragem in natura (Yitbarek & Tamir, 2014).

A ensilagem de forrageiras com alto teor de umidade, além de prejudicar a fermentação, resulta em elevadas perdas por efluentes. Por isso, o uso de aditivos absorventes, como o fubá de milho, além de favorecer o aumento do teor de matéria seca pela absorção do excesso de umidade (Igarasi et al., 2008; Andrade et al., 2012), melhora a fermentação microbiana e proporciona incremento do valor nutritivo da silagem de gramíneas.

O baixo teor de matéria seca do capim elefante exigiu a correção no ato da ensilagem, recomendando-se o murchamento e aditivos, uma vez que o aumento da matéria seca pelo aumento da idade da planta resulta em capim elefante com qualidade inferior. Neste estudo será avaliada a utilização de fubá de milho no processo de ensilagem do capim elefante. O fubá de milho é o produto da moagem a seco da mistura de gérmen, independente da remoção do óleo, tegumentos e de parte da porção amilácea da semente, e que em composição química, esse alimento assemelha-se ao farelo ou a quirera e possui valor nutritivo semelhante (Andriguetto, 2002).

Este trabalho avaliou o desenvolvimento do capim elefante em resposta à aplicação de diferentes doses de esterco bovino no plantio e a qualidade e recuperação da matéria seca de silagens de capim elefante puro ou com a inclusão de 10% de fubá de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Boa Vista, no distrito de Cachoeira de Santa Cruz, Viçosa-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. Antes do estabelecimento da cultura de capim elefante, foi feita análise química de solo, retirando-se com um trado tipo sonda 20 subamostras na área experimental, onde após homogeneização obteve-se uma amostra composta da camada de 0-20 cm. A amostra composta foi encaminhada ao Laboratório de Análise de Solo Viçosa Ltda.

No primeiro experimento, relativo ao efeito da fertilização orgânica sobre as características agrônomicas do capim elefante, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, utilizando quatro tratamentos (0, 6, 12 e 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino) e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram de esterco bovino seco e não curtido, em base úmida, aplicados no ato do plantio. Cada unidade experimental teve 5 m de comprimento e 4 m de largura,



totalizando uma área de 20 m², sendo constituída por quatro linhas de plantas, considerando-se como área útil (8 m²) as duas linhas centrais, descartando-se também 0,5 metros em cada extremidade.

Amostras de esterco bovino foram compostas em uma única parcela para análises laboratoriais. As análises foram determinadas no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico), na matéria seca a 75°C, o nitrogênio (N) determinado pelo método Kjeldahl e a umidade em estufa a 75°C (Keeney & Nelson, 1982).

Aos 110 e 220 dias após o plantio do capim elefante foram realizadas mensurações do seu crescimento, avaliando o número de plantas por metro linear; a altura da planta medindo-se do nível do solo até a lígula da folha mais alta; o diâmetro do colmo próximo à superfície do solo por meio de paquímetro graduado; o número de folhas por planta; o comprimento e diâmetro da maior folha; e a produtividade da cultura.

No segundo experimento visando avaliar a silagem de capim elefante foi adotado delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 6, 12 e 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino no cultivo) e quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Uma segunda avaliação foi feita com quatro tratamentos em fatorial 2x2 (0 ou 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino no cultivo do capim elefante; sem ou com 10% de fubá de milho na ensilagem), com quatro repetições, também totalizando 16 unidades experimentais. A gramínea foi cortada aos 110 dias de idade, triturada e ensilada.

As amostras foram ensiladas em baldes plásticos com capacidade de 3,8 L, com tampas contendo válvulas de *Bunsen* para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação e sacos de tecido de algodão contendo 0,6 kg de areia seca, colocado no fundo dos baldes, para captura de efluentes, conforme metodologia apresentada por Jobim et al. (2007). Em seguida, os conjuntos de baldes com o saco de areia foram pesados e preenchidos com a forragem, efetuando a compactação, buscando eliminar ao máximo a presença de oxigênio em uma densidade de 800 kg.m⁻³. A recuperação de matéria seca nos silos experimentais foi quantificada através da relação entre a quantidade de matéria seca de silagem retirada do silo na abertura do mesmo e a quantidade de matéria seca de forragem acondicionada no silo durante a ensilagem.

Os silos experimentais foram pesados 85 dias após o fechamento, para a quantificação das perdas por gases

da fermentação, e abertos. Para o cálculo de perdas totais, foram somadas as perdas por gases com as perdas por efluentes. As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso. As perdas por gases foram estimadas pela seguinte equação, conforme descrita por Mari (2003):

$$PG = [(Pbchf - Pbcha)/(MVfi * MSfi)] * 100$$

Onde: PG: Perdas por gases (% MS); Pbchf: Peso do balde cheio no fechamento (kg); Pbcha: Peso do balde cheio na abertura (kg); MVfi: Massa verde de forragem no fechamento (kg); MSfi: Matéria seca da forragem no fechamento (%).

As perdas por efluente foram calculadas pela equação que se segue, conforme descrita por Schmidt (2006):

$$PE = (Pef \times 1000)/MVi$$

Onde: PE: perdas por efluente; Pef: peso do efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura - peso do conjunto vazio antes do enchimento em kg); MVi: massa verde de forragem ensilada (kg).

Foram utilizadas 25 g de amostra de silagem de cada silo, aos quais foram adicionados 100 mL de água destilada e homogeneizados por 1 minuto, para leitura do pH, segundo Kung Junior (1996), utilizando pHmetro Tecnal modelo TEC-3MP.

Os dados do primeiro experimento e de suas respectivas silagens foram submetidos a análises estatísticas utilizando-se o procedimento de regressão polinomial. Para o experimento com silagem e inclusão de fubá de milho, foi avaliado o efeito da adubação do capim elefante (0 ou 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino), adição de fubá de milho na ensilagem (0 ou 10%) e interação adubação*fubá de milho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados climáticos

O clima da região de Viçosa, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwa (mesotérmico), subtropical, com inverno ameno e seco, e estações seca e chuvosa bem definida. A temperatura média anual foi de 21°C, oscilando entre 31°C e 12°C para as médias de máxima e mínima, respectivamente.

A precipitação histórica da área é de 1.340 mm, no entanto, no ano de 2014 foi de 782 mm, o que representou 42% abaixo da média histórica da região. As informações referentes às condições climáticas durante o período experimental foram registradas na Estação Climatológica Principal de Viçosa localizada na Universidade Federal de Viçosa, a aproximadamente 15 km da área experimental.

Características do solo e do fertilizante

O solo da área experimental deste estudo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, sendo satisfatório para culturas de baixa exigência em fertilidade. Não houve necessidade de correção da acidez do solo, conforme resultados apresentados na Tabela 1, para a cultura estudada, de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (Alvarez, 1999).

Oliveira et al. (2011) afirmam que a aplicação de esterco de bovino no momento do plantio de capim elefante melhora o teor de matéria orgânica no solo, o que propicia melhoria na composição química, além de proporcionar maior flexibilização na frequência de utilização da capineira em relação à adubada química.

Segundo Malavolta (1979), as desvantagens da adubação orgânica, comparada com a adubação química, seria grande variação na concentração de nutrientes, o custo relacionado ao manejo do esterco e a volatilização do nitrogênio. Por outro lado, a adubação mediante utilização de esterco de bovino, ao contrário do uso de fertilizante químico, tem entre as vantagens relevantes a reciclagem de nutrientes, baixo custo em relação à adubação química atualmente e melhoria dos

aspectos ambientais quanto à destinação dos resíduos pecuários (Ariati et al., 2017).

O esterco bovino do presente trabalho apresentou as seguintes características: pH em água (1:2,5) = 7,0; N = 2,16%; P = 0,52%; K = 2,08%; Na = 0,18%; Ca⁺² = 1,16%; Mg⁺² = 0,52%; S = 0,29%; CO = 21,21%; C/N = 9,21; Zn = 93 mg dm⁻³; Fe = 6.352,0 mg dm⁻³; Mn = 249,0 mg dm⁻³; Cu = 26,0 mg dm⁻³; B = 23,8 mg dm⁻³ e teor de umidade = 40,74%.

Naramabuye et al. (2008) verificaram que a aplicação de esterco bovino no plantio de milho aumentou o pH e as concentrações de K, Ca e Mg e de P extraível, além de reduzir significativamente as concentrações de Al monomérico e total na solução do solo, o que proporciona no sistema aumento do pH e de nutrientes extraíveis, e aumento no tamanho e na atividade microbiana do solo.

Características agrônômicas

Houve efeito quadrático (P<0,05) do nível de esterco bovino sobre o número de plantas.ha⁻¹ aos 110 dias, com valor máximo em 8,6 ton.ha⁻¹ e efeito quadrático (P<0,05) do nível de esterco bovino sobre a produtividade de massa verde aos 110 dias, com valor mínimo em 4,8 ton.ha⁻¹ e valor máximo no maior nível de esterco (Tabela 2).

Bhering et al. (2008) avaliando idade de corte do capim elefante aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias, durante as épocas das águas e de seca, obtiveram em seus resultados efeito quadrático (P<0,05) em relação à produtividade.ha⁻¹, relação folha: colmo, diâmetro do colmo e percentagem de folhas, com exceção da altura da planta, que foi aumentado linearmente. Os valores foram semelhantes aos encontrados neste estudo para

Tabela 1 - Atributos químicos do solo na área experimental do sítio Boa Vista, MG antes da aplicação de esterco bovino

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
5,8	17,3	60	2,6	1,6	0,0	2,97
SB	CTC(t)	CTC (T)	V	m	MO	P-rem
	cmol _c .dm ⁻³		%		dag.kg ⁻¹	Mg.L ⁻¹
4,35	4,35	7,32	59	0	4,97	32,0
Zn	Fe	Mn	Cu	B		
		mg.dm ⁻³				
5,9	163	78,5	1,9	0,4		

H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases; CTC(t): capacidade de troca de cátions efetiva; CTC(T): capacidade de troca de cátions potencial; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio, MO: matéria orgânica; P-rem: fósforo remanescente.



Tabela 2 - Parâmetros de crescimento do capim elefante aos 110 e 220 dias, em função da adubação orgânica com esterco bovino no plantio

Item	Adubação com esterco bovino (ton.ha ⁻¹)				EP	Pvalor	ER
	0	6	12	18			
Altura da planta (cm)							
110 dias	108	116	126	112	0,07	0,29	
220 dias	205	212	224	213	3,6	0,12	
Diâmetro do colmo (mm)							
110 dias	14,9	15,1	16,2	14,2	0,93	0,52	
220 dias	20,6	20,9	20,2	20,3	0,37	0,30	
Plantas (x1.000.ha ⁻¹)							
110 dias	154	169	192	138	12,0	0,045	1
220 dias	150	161	188	157	13,6	0,24	
Folhas.planta ⁻¹							
110 dias	9,90	9,60	9,33	9,60	0,35	0,72	
220 dias	11,4	10,2	10,4	11,5	0,54	0,29	
Comprimento da maior folha (cm)							
220 dias	107	115	114	115	2,34	0,09	
Largura da maior folha (mm)							
220 dias	21,1	23,4	23,9	24,9	0,82	0,21	
Produtividade (ton MV.ha ⁻¹)							
110 dias	51,0	47,5	55,3	71,8	5,45	0,038	2
220 dias	81,4	64,4	79,4	91,6	6,90	0,12	

EP = erro padrão da média; ER = Equação de regressão: ¹ 149,4 + 8,2X - 0,477X², R² = 0,30; ² 50,9 - 1,33X + 0,139X², R² = 0,41.

as variáveis: número de plantas.ha⁻¹ e produtividade das plantas aos 110 dias.

Trindade & Lana (2017) encontraram efeito de nível de adubação orgânica somente para altura das plantas e número de plantas.ha⁻¹, embora tenham obtido aumento de 44% na produtividade de massa verde aos 110 dias no maior nível de adubação (12 t.ha⁻¹ de cama de frango). Com base nestes resultados e naqueles do presente trabalho, verifica-se que a adubação orgânica favorece o perfilhamento e o crescimento do capim elefante, tendo como resultado o aumento da produtividade de massa verde.

Não houve efeito (P>0,05) sobre a altura da planta, diâmetro do colmo e número de folhas.planta⁻¹ aos 110 dias e em todas as variáveis aos 220 dias (Tabela 2). Com base nos resultados apresentados, 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino maximiza a produção de massa verde na fase inicial de crescimento do capim elefante. Embora o esterco bovino seja excelente fonte de fertilizante orgânico a baixo custo e disponível ao produtor, sua utilização deve ser feita com cautela, pois tende a ocasionar impactos ambientais negativos (Vogel et al., 2013).

Lavezzo et al. (1988) estudando a utilização do capim elefante cultivares “Mineiro” e “Vruckwona”

para silagem, submetidos a aplicações de 500 kg de sulfato de amônia, 1.000 kg de superfosfato triplo e 100 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio, obtiveram, respectivamente, produções de 70,3 ton.ha⁻¹ e 83,2 ton.ha⁻¹ de massa verde em apenas um corte, aos 60 dias de idade das plantas. Neste experimento foi obtida produtividade de 71,8 ton.ha⁻¹ de massa verde aos 110 dias com 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino (Tabela 2). Cabe ressaltar que a adubação química dos primeiros autores foi elevada, com alto custo e com dependência de produtos químicos industriais, enquanto que a adubação orgânica pode ser feita com recursos oriundos da propriedade rural.

Foram avaliadas também características agrônômicas do capim elefante aos 220 dias, já no período de estiagem, para verificar o desempenho na forma utilizada pelo produtor. Neste caso, foi obtida produtividade máxima de 91,6 ton.ha⁻¹ de massa verde de primeiro corte com uso de 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino, acima de 62 ton.ha⁻¹ obtido por Parente et al. (2012) para capim elefante adubado com esterco bovino. Valores mais elevados foram obtidos por Pereira et al. (1966), em estudo comparativo com 14 espécies e variedades de gramíneas para capineiras, submetidas aos tratamentos de adubação e irrigação, onde o capim elefante foi o que apresentou a maior

produção, com média anual de massa verde ao redor de 125 ton.ha⁻¹.

Aveiro et al. (1991), estudando o capim elefante, cultivar *Cameroon*, sem irrigação, conseguiram com o uso da adubação orgânica (30 ton.ha⁻¹ de esterco de curral no plantio mais 10 ton.ha⁻¹ após cada corte) produção de 206 a 289 ton.ha⁻¹ em quatro cortes. Isto representou um aumento de rendimento em tomo de 25% com relação à testemunha e de aproximadamente 7% em comparação ao tratamento com adubação mineral.

A recomendação de 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino para maximizar a produção de massa verde do capim elefante não se aplica aos cortes futuros. Há necessidade de realizar pesquisas com fertilização continuada para ver os impactos na planta, no solo e sobre o meio ambiente, bem como a avaliação econômica.

Aspectos qualitativos da silagem

Não houve efeito de adubação do capim elefante com esterco bovino sobre a perda gasosa, perda por efluente, perda total e pH da silagem ($P > 0,05$; Tabela 3). Entretanto, apenas a silagem de capim elefante submetido à adubação de 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino está na faixa desejável, levando-se em conta que silagem de boa qualidade deve apresentar pH entre 3,8 a 4,2 (Carvalho et al., 2008).

Se uma silagem estável de baixo pH não é obtida, o desenvolvimento de clostrídios é estimulado e a fermentação secundária ocorrerá, sendo indesejável sua participação no processo. A ação contra a preservação ocorre pela destruição do ácido láctico, aumento do pH, diminuição do valor nutritivo pelo catabolismo de aminoácidos e produção de diversas substâncias voláteis antipalatáveis, principalmente o ácido butírico (McDonald et al., 1991).

Silagem de capim elefante adubado com 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino apresentou menor perda por efluente,

perda total e pH ($P < 0,05$) em relação à silagem de capim elefante sem adubação (Tabela 4). A adição de fubá de milho reduziu o pH da silagem somente do capim elefante não adubado ($P < 0,05$), uma vez que o pH da silagem de capim elefante adubado com 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino já se apresentava baixo.

Segundo Pinho et al. (2008), a ensilagem de capim sem aditivos está sujeita a significativas perdas por efluente, o qual contém grandes quantidades de compostos orgânicos, tais como: açúcares, ácidos orgânicos e proteínas. Como formas de diminuição das perdas por efluente, recomenda-se utilizar técnicas, como a aplicação de aditivos absorventes da umidade inerentes capim elefante. No caso do capim elefante adubado, a menor perda por efluente, perda total e pH (Tabela 4) pode ser devido a possível estímulo na produção de carboidratos solúveis, que favorecem a fermentação láctica e redução das perdas por fermentação (McDonald et al., 1991).

Silagens de capins tropicais apresentam deterioração caracterizada principalmente por bactérias aeróbias, devido as suas particularidades como alta umidade, estabilidade de fermentação em pH acima de 4,5 e ausência de substrato para o crescimento de microrganismos (Andrade et al., 2012).

Segundo Yitbarek & Tamir (2014) o pH crítico à qual o crescimento de clostrídios e enterobactérias são inibidos depende do teor de umidade e a temperatura. O material mais úmido exige pH com valor mais baixo, ou seja, o pH requerido para a estabilidade da silagem em 150, 250, 350 e 450 g MS.kg⁻¹ é de 4,10, 4,35, 4,60 e 4,85, respectivamente.

É válido considerar que o efluente das silagens carrega compostos nitrogenados, açúcares, ácidos orgânicos e sais minerais (Igarasi et al., 2008), de maneira que a inclusão de aditivos é uma alternativa vantajosa,

Tabela 3 - Perdas na ensilagem de capim elefante cortado aos 110 dias pós-plantio e pH da silagem na abertura (60 dias), em função da adubação orgânica com esterco bovino no plantio

Parâmetros	Esterco bovino (ton.ha ⁻¹)				EP	PValor
	0	6	12	18		
Perda gasosa (%)	5,50	1,07	1,29	0,14	0,06	0,34
Perda por efluente (%)	3,48	3,59	2,76	1,79	0,01	0,73
Perda total (%)	8,97	4,66	4,06	1,93	2,10	0,34
pH da silagem	4,51	4,34	4,29	4,06	0,06	0,18

EP = erro padrão da média.



Tabela 4 - Perdas na ensilagem de capim elefante cortado aos 110 dias pós-plantio e pH da silagem na abertura (60 dias), em função da adubação orgânica com esterco bovino no plantio e uso ou não de 10% de fubá de milho no ato da ensilagem

Item	Milho (%)	Esterco bovino (ton.ha ⁻¹)				EP	<i>P</i> valor			
		0		18			EB	FM	EB*FM	
		0	10	0	10					
PG (%)		5,50	3,06	0,14	2,02	0,07	0,14	0,38	0,36	
PE (%)		3,48	3,37	1,79	1,94	0,49	0,03 ¹	0,88	0,79	
PT (%)		8,97	6,43	1,93	3,96	2,17	0,04 ²	0,42	0,31	
pH da silagem		4,51	4,07	4,06	4,15	0,09	0,01	0,01	0,01 ³	

PG=perda gasosa PE= perda por efluente; PT=perda total; EP = erro padrão da média; EB = esterco bovino; FM= fubá de milho. ¹PE = 3,42 - 0,0866 EB, r² = 0,41; ²PT = 7,70 - 0,265 EB, r² = 0,22; ³pH = 4,51 - 0,025 EB - 0,0437 MI + 0,00294 EB*FM, r² = 0,50.

pois impede o escape de nutrientes altamente digestíveis via efluentes, reduzindo as perdas de matéria seca.

Monteiro et al. (2011) avaliando o uso de aditivos na silagem de capim elefante constataram que os aditivos promoveram adequado padrão de fermentação face aos valores de pH (3,70 a 3,96). A utilização de fubá de milho foi eficiente na melhoria do padrão fermentativo da silagem de capim elefante. Entretanto, cuidados adicionais devem ser tomados quanto ao manejo pós-abertura do silo (Andrade et al., 2012) pois, segundo Castro et al. (2006), as silagens que apresentam maior susceptibilidade à deterioração aeróbia são aquelas ricas em carboidratos solúveis e amido, como as de milho, ou aquelas em que a fermentação é restringida pelo uso de aditivos na forragem antes da ensilagem.

CONCLUSÕES

Recomenda-se 18 ton.ha⁻¹ de esterco bovino para maximizar a produção de massa verde do capim elefante no primeiro corte. Entretanto, há necessidade de pesquisas com fertilização continuada para ver os impactos na planta, no solo e sobre o meio ambiente. A utilização de adubação orgânica e 10% de fubá de milho melhoram o padrão fermentativo da silagem de capim elefante.

LITERATURACITADA

ALVAREZ, V.V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Eds) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G.; BEZERRA, A.R.G. et al. Qualitative aspects of elephant grass silage with corn meal and soybean hulls. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.3, p.1209-1218, 2012.

ANDRIGUETTO, J.M. As bases e os fundamentos da nutrição animal. Os alimentos. In: ANDRIGUETTO J.M. et al. 1ª ed. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 2002. p.269-366.

ARIATI, A.C.; OLIVEIRA, M.C.; LOSS, E.M.S. et al. Mineral and organic fertilizer in two *Physalis* species. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.2, p.104-110, 2017.

AVEIRO, A.R.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JUNIOR, P. Capim-elefante: efeitos da irrigação e das adubações mineral e orgânica. Produção total de matéria verde e sua distribuição sazonal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.4, p.356-364, 1991.

BHERING, M.; CABRAL, L.S.; ABREU, J.G. et al. Características agronômicas do capim-elefante roxo em diferentes idades de corte na Depressão Cuiabana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.9, n.3, p.123-129, 2008.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurcheado ou com adição de farelo de cacau. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.1, p.234-242, 2008.



- CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. et al. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim tifton 85 (*Cynodon sp.*) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.358-371, 2006.
- DAHER, R.F.; RODRIGUES, E.V.; ARAÚJO, M.S.B. et al. Variação sazonal na produção de forragem de clones intra e interespecíficos de capim elefante. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p.294-303, 2017.
- FIGUEROA, E.A.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; WIETHÖLTER, S. Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.7, p.714-720, 2012.
- IGARASI, M.S.; ARRIGONI, M.B.; HADLICH, J.C. et al. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.520-528, 2008.
- JOBIM, C.C.; NÚSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.
- KEENEY, D.R.; NELSON, D.W. Nitrogen organic forms. In: PAGE, A.L. (ed.) **Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties**. 2ªed. Madison: American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1982. p.643-698.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estudo de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- LAVEZZO, W. Potencialidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), cultivares Mineiro e Vruckwona, como planta para ensilagem. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.25, n.2, 275-283, 1988.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4ªed. São Paulo: Agrônômica “Ceres”. 1979. 256p.
- MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A.Rich.) Stapf cv. Marandu): produção valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). - Escola Superior Agrícola “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. 159p.
- MARÍN, O.L.Z.; TINOCO, I.F.F.; SARAZ, J.A.O. et al. Characterization and evaluation of the fertilizer and pollution potentials of different broiler litters submitted to several cycles of reuse. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, Colômbia, v.68, n.2, p.7637-7646, 2015.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Marlow: Chalcomb Publisher, 1991. 340p.
- MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S. et al. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.33, n.4, p.347-352, 2011.
- NARAMABUYE, F.X.; HAYNES, R.J.; MODI, A.T. Cattle manure and grass residues as liming materials in a semi-subsistence farming system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.124, n.2, p.136-141, 2008.
- NEGRÃO, F.M.; SILVA, E.A. Co-produtos na silagem de gramíneas tropicais. **FAZU em Revista**, Uberaba, v.8 p.163-171, 2011.
- OLIVEIRA, T.S.; PEREIRA, J.C.; REIS, C.S. et al. Composição químico-bromatológica do capim-elefante submetido à adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.32-42, 2011.
- PARENTE, H.N.; BANDEIRA, J.R.; RODRIGUES, R.C. et al. Crescimento e valor nutritivo do capim-elefante submetido à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.2, n.2, p.132-141, 2012.
- PEREIRA, R.M.A.; SYKES, D.J.; GOMIDE, J.A. et al. Competição de 10 gramíneas para capineiras no cerrado em 1965. **Revista Ceres**, Viçosa, v.13, n.74, p.141-53, 1966.
- PINHO, B.D.; PIRES, A.J.V.; RIBEIRO, L.S.O. et al. Ensilagem de capim-elefante com farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.9, n.4, p.641-651, 2008.



SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228f. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

TRINDADE, P.C.; LANA, R.P. Agronomic traits, chemical composition and silage quality of elephant grass fertilized with poultry litter. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.48, p.3372-3378, 2017.

VOGEL, G.F.; MARTINKOSKI, L.; MOKOCHINSKI, F. et al. Efeitos da adubação com dejetos suínos, cama de aves e fosfato natural na recuperação de pastagens degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.8, n.5, p.66-71, 2013.

YITBAREK M.B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, Florida, v.4, n.5, p.258-274, 2014.

Recebido para publicação em 08/01/2018 e aprovado em 24/06/2018.