

PAULA CRISTIANE TRINDADE

**CAPIM-ELEFANTE COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA PARA USO COMO  
SILAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de  
Viçosa - Câmpus Viçosa

T

T832c Trindade, Paula Cristiane, 1990-  
2016 Capim-elefante com adubação orgânica para uso como silagem /  
Paula Cristiane Trindade. - Viçosa, MG, 2016.  
xiii, 39f. : il. ; 29 cm.

Orientador : Rogério de Paula Lana.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Capim-elefante. 2. *Pennisetum Purpureum*. 3. Silagem de  
capim-elefante. 4. Adubos e fertilizantes orgânicos. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-  
graduação em Agroecologia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.2571

PAULA CRISTIANE TRINDADE

**CAPIM-ELEFANTE COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA PARA USO COMO  
SILAGEM**

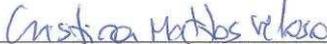
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de maio de 2016.

  
Rosane Cláudia Rodrigues

  
Karina Guimarães Ribeiro

  
Cleide Maria Ferreira Pinto

  
Cristina Mattos Veloso  
(Coorientadora)

  
Rogério de Paula Lana  
(Orientador)

*À minha mãe e à minha vó, Marcelina.*

*Ao meu padrasto, Miguel Sastre (in  
memoriam).*

*“A capacidade pouco vale sem  
a oportunidade”*

*Napoleão Bonaparte*

*“A vida é feita de oportunidades. O homem que vai mais longe é quase sempre aquele que tem coragem.*

*” Dale Carnegie.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus pela oportunidade e força para conduzir esta pesquisa e superar todos os obstáculos durante sua realização;

À minha mãe, minha maior incentivadora, por ser o suporte de todas as horas, incentivadora de meus sonhos e que não mede esforços para que eu possa realizá-los, apoio fundamental no momento mais delicado que passei durante o curso, e não ter me deixado desistir. Muito obrigada por tudo, sem o seu apoio nada disso faria sentindo.

À minha vó querida, mulher forte e guerreira, que sempre está com um sorriso no rosto, inspirando a prosseguir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rogério de Paula Lana, pela orientação e apoio nesta conquista.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, Departamento de Zootecnia e Departamento de solos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, pela concessão da bolsa de mestrado. À CAPES, pelo apoio financeiro para a pesquisa.

À Professora Cristina Mattos Veloso pelas colaborações desde a concepção do projeto de pesquisa até a redação da dissertação e artigos científicos.

Às Professoras Karina Guimarães Ribeiro e Rosane Cláudia Rodrigues, às pesquisadoras da EPAMIG Maria Regina de Miranda Souza e Cleide Maria Ferreira Pinto, por aceitar participar da banca examinadora.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial à Mariane, Heliane, Silmara, Lamara, Silvane, Lucimar e Sabrina, pela amizade, convivência agradável, pelos risos e companheirismo, cada uma já tem um cantinho em meu coração.

Aos amigos Angélica, Agostinho, Júlio, Letícia, Neto, Mislene, Júnia e Alice, sou grata por tornarem meus dias em Viçosa mais leves e agradáveis.

Aos técnicos da Fazenda Experimental Boa Vista: Zé Bira, Tuti, Vanor e Zé Maria e ao Técnico Francisco Duarte (Departamento de Fitotecnia) pelo auxílio na realização das atividades, conversas descontraídas e boa vontade prestada.

À secretária do programa de Pós-graduação, Rosângela Stampini (Rô), pela amizade, por todo auxílio prestado. A todos os funcionários da UFV, pela gentileza de sempre.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, pelos conhecimentos repassados. A Viçosa, cidade querida, que me acolheu.

Sou grata à equipe médica e de enfermagem do Hospital São Sebastião e da Divisão de Saúde, pelo atendimento, cuidado, atenção e suporte os quais foram fundamentais para que tudo corresse bem em um momento tão difícil.

Ao professor Fabrício Rebello, pela amizade, confiança, pelo conhecimento transmitido, simplicidade e apoio essencial para eu alcançar objetivos maiores. Sou muito grata por estar sempre presente nos momentos difíceis e nos felizes. Obrigada por confiar em mim!

À minha amiga-irmã, Susianne Coelho, amiga de todas as horas (de choro e alegrias), muito obrigada por essa parceria e apoio dos últimos sete anos. Aos amigos Betsy, Shirliane, Marcela, Patrick e Karol, obrigada pelo carinho e companheirismo.

A todos os amigos que tive o prazer de conhecer em minha vida, todos os quais à sua maneira fizeram com que essa caminhada até aqui fosse de aprendizado, amadurecimento, lições de enriquecimento sem igual, pois foram imprescindíveis na consolidação do meu caráter e na consolidação desta etapa.

## BIOGRAFIA

PAULA CRISTIANE TRINDADE, filha de Fortunata Mendes Trindade, nasceu em 13 de abril de 1990 em Bujaru - Pará.

Iniciou seus estudos na Universidade Federal Rural da Amazônia em abril de 2009, obtendo o título de Zootecnista em fevereiro de 2014.

Entre os anos de 2011/2013, foi bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Pará, com orientação do Dr. Almir Vieira Silva, desenvolvendo pesquisa na área de produção e qualidade do leite em assentamentos rurais.

Durante os anos de 2013/2014, foi bolsista de iniciação científica por três anos da fundação de amparo à pesquisa do Pará, com orientação do Dr. Fabrício Khoury Rebello, concentrando estudos na área de economia rural.

Em março de 2014, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Agroecologia na Universidade Federal de Viçosa *Campus Viçosa* - MG, em nível de Mestrado, na linha de manejo de agroecossistemas tropicais, sob a orientação do Professor Dr. Rogério de Paula Lana.

Em maio de 2016, submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>5</b>
<b>3 CAPÍTULO 1.....</b>	<b>7</b>
3.1 RESUMO .....	7
3.2 ABSTRACT.....	8
3.3 INTRODUÇÃO.....	9
3.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.4.1 Local e período experimental.....	10
3.4.2 Estabelecimento do experimento .....	11
3.4.3 Características do solo e adubo .....	11
3.4.4 Avaliações agronômicas.....	13
3.4.5 Silagem de capim-elefante .....	13
3.4.6 Delineamento experimental .....	14
3.5 RESULTADOS.....	14
3.5.1 Atributos químicos do solo .....	14
3.5.2 Variáveis relacionadas à produção.....	15
3.6 DISCUSSÃO.....	17
3.6.1 Atributos químicos do solo .....	17
3.6.2 Características do fertilizante.....	17
3.6.3 Variáveis relacionadas à produção.....	18
3.6.4 Composição química do capim-elefante e da silagem produzida .....	20
3.7 CONCLUSÕES .....	20
3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21
<b>4 CAPÍTULO 2.....</b>	<b>24</b>
4.1 RESUMO .....	24
4.2 ABSTRACT.....	24
4.3 INTRODUÇÃO.....	25
4.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
4.5.1 Dados climáticos .....	29
4.5.2 Características do solo e do fertilizante .....	29
4.5.3 Características agronômicas.....	31
4.5.4 Aspectos qualitativos da silagem .....	33
4.6 CONCLUSÕES .....	36
4.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
<b>5 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>39</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Média de temperaturas máxima e mínima e volumes de precipitação registrados nos anos de 2014. Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa.....	10
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Atributos químicos do solo antes da aplicação dos tratamentos.....	12
Tabela 2 - Atributos químicos do solo, após o corte do capim-elefante aos 110 dias, em áreas adubadas com níveis crescentes de cama de aviário no município de Viçosa (MG), 2015.....	15
Tabela 3 - Parâmetros de crescimento do capim-elefante aos 110 dias, em função da adubação orgânica com cama de aviário no plantio em Viçosa, 2015.....	16
Tabela 4 - Valores médios dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), macro e microelementos minerais nas plantas de capim-elefante adubados com cama de aviário, com corte aos 110 dias pós plantio. ....	16
Tabela 5 - Valores de proteína bruta (PB), 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 cama de aviário no plantio.....	16
Tabela 6 - Atributos químicos do solo antes da aplicação dos tratamentos.....	30
Tabela 7 - Parâmetros de crescimento do capim-elefante aos 110 e 220 dias, em função da adubação orgânica com esterco bovino no plantio.....	31
Tabela 8 - 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.....	34
Tabela 9 - 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.....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al	Alumínio
B	Boro
Ca	Cálcio
CO	Carbono orgânico
CTC (t)	Capacidade de troca catiônica atual
CTC(T)	Capacidade de troca catiônica desejada
Cu	Cobre
EP	Erro padrão da média
ER	Equação de regressão
Fe	Ferro
H+Al	Acidez potencial
K	Potássio
M	Saturação por alumínio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
MO	Matéria orgânica
MV	Matéria verde ou massa verde
N	Nitrogênio
P	Fosforo
pH	Potencial hidrogeniônico
S	Enxofre
SB	Soma de bases
V%	% saturação por bases
Zn	Zinco

## RESUMO

TRINDADE, Paula Cristiane, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2016. **Capim-elefante com adubação orgânica para uso como silagem.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Coorientadora: Cristina Mattos Veloso.

A cama de aviário e o esterco de bovino constituem boas opções de adubação alternativas, pois são considerados ricos em nutrientes e disponíveis na Zona da Mata Mineira devido à instalação de granjas integradas à grande indústria e está disponível na propriedade, respectivamente. Neste contexto, foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar a produtividade de capim-elefante cv. Cameron para silagem em resposta à aplicação de doses de cama de aviário (Experimento 1) ou esterco bovino (Experimento 2) no momento do plantio. Em cada experimento, as plantas forrageiras foram cultivadas em parcelas de 20 m<sup>2</sup>, dispostas lado a lado em blocos casualizados, constituído de quatro tratamentos e cinco repetições. No experimento 1, utilizaram-se quatro doses (0, 4, 8 e 12 ton.ha<sup>-1</sup>) de cama de aviário curtida durante 60 dias, aplicada no momento do plantio e incorporada ao solo ao lado da linha de plantio. No experimento 2, empregaram-se quatro doses (0, 6, 12 e 18 ton.ha<sup>-1</sup>) de esterco bovino curtido, com a mesma forma de aplicação do experimento 1. Após 110 dias do plantio, foram avaliadas as variáveis: altura de planta, o diâmetro do colmo, número de plantas por metro linear e a produtividade de matéria verde das plantas. Após as avaliações, a forragem foi ensilada em silos experimentais por 84 dias, quantificando-se a perda gasosa, perda por efluente, perda total e pH da silagem. A cama de aviário aumentou de forma linear a altura de plantas do capim-elefante até 12 ton.ha<sup>-1</sup> da mesma e o número de plantas por hectare com valor máximo em 9,1 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, mas não alterou a produtividade. A adubação orgânica com cama de aviário não influenciou a qualidade da silagem produzida. O esterco bovino em 18 ton.ha<sup>-1</sup> maximizou a produção de massa verde do capim-elefante no primeiro corte, aos 110 dias após plantio. A adubação com esterco bovino e 10% de fubá de milho na ensilagem foi eficiente na melhoria do padrão fermentativo da silagem de capim-elefante.

## ABSTRACT

TRINDADE, Paula Cristiane, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May 2016. **Elephant grass production with organic fertilizer and use fresh or as silage.** Adviser: Rogério de Paula Lana. Co adviser: Cristina Mattos Veloso.

The poultry manure and cattle manure are good alternatives as fertilization options because they are particularly rich in nutrients and available in the Zona da Mata de Minas Gerais state due to installation of integrated farms to large industry. In this context, two experiments were conducted in order to evaluate the productivity of elephant grass cv Cameron for silage in response to application of poultry manure levels (Experiment 1) and bovine manure (Experiment 2) at the time of planting. In each experiment, forage crops were grown in 20 m<sup>2</sup> plots, arranged side by side in randomized blocks with four treatments and five replications. Experiment 1 consisted of four levels (0, 4, 8 and 12 ton.ha<sup>-1</sup>) of poultry manure tanned for 60 days applied at planting and incorporated into the soil next to the plant line. Experiment 2 presented four levels (0, 6, 12 and 18 ton.ha<sup>-1</sup>) of cattle manure, with the same form of experiment 1. At the time of harvesting, they were evaluated the plant height, stalk diameter, number of plants in linear meter, and productivity of green matter of plants. After the evaluations, the forage was ensiled in experimental silos for 84 days, and then quantifying the gas loss, effluent loss, total loss and silage pH. The poultry litter increased linearly the elephant grass height up to 12 ton.ha<sup>-1</sup> and the number of plants per hectare with a maximum value of 9.1 ton.ha<sup>-1</sup> of manure, but it did not affect productivity. The organic fertilizer with poultry manure did not affect the quality of silage produced. The cattle manure in 18 ton.ha<sup>-1</sup> maximized the green mass production of elephant grass in the first cut. The fertilization with cattle manure and 10% of corn meal were efficient in improving the fermentation pattern of elephant grass silage.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Sudeste do país é uma região reconhecida pela notória produção pecuária e, comparada com a região Sul, oscila entre a primeira e segunda posição na produção de leite. Nesta região, há grande ocorrência de pequenos produtores, que possui como a principal atividade a pecuária de leite. O estado de Minas Gerais se destaca pelo crescimento econômico em participação da atividade leiteira, com produção anual de 1.600 milhões de litros em 2015 (IBGE, 2015).

Os sistemas de produção de leite a pasto no país são os que apresentam os menores custos de produção. No entanto, estão sujeitos a variações na produção causada pela escassez de chuvas e, em consequência, pela falta de forrageiras de qualidade para a alimentação dos rebanhos leiteiros dos produtores que não se previnem adequadamente para o período seco. A consequência disso é a menor produção de leite, baixas taxas de concepção, rebanhos de baixo peso corporal e aumento do consumo de concentrado.

A alternativa a este problema é a maior produção de volumoso para o período da seca, sendo que um dos fatores que influencia diretamente a qualidade do volumoso é a adubação.

Cabe ressaltar o elevado preço de mercado dos adubos minerais, que levam os produtores a utilizarem quantidades abaixo das necessidades nutricionais da planta forrageira, o que é incompatível com um planejamento adequado de produção de forragem para o período seco do ano.

Outro problema é o esgotamento de reservas de minerais e petróleo utilizados na fertilização, o qual inviabiliza a sustentabilidade dos recursos naturais, tendo em vista que estes recursos têm reserva finita (LANA, 2009). Neste caso, o produtor rural deve buscar fontes alternativas de adubação, preferencialmente adubos orgânicos (SOUTO et al., 2005). Os adubos orgânicos, no decorrer dos anos agrícolas, proporcionam ao agroecossistemas ganhos compensatórios em produção e qualidade do solo em relação a adubos químicos (CAPORAL; COSTABEBER, 2000).

Dentre os resíduos orgânicos que podem ser utilizados como adubo e disponíveis na Zona da Mata de Minas Gerais, região onde foi realizado este estudo, destaca-se aquele proveniente da criação intensiva de frangos de corte. A criação intensiva de aves gera um grande volume de resíduos na forma de esterco, efluentes, aves mortas e serragem de pisos, o conjunto destes resíduos é denominado de cama de aviário.

Os resíduos da criação de frangos possuem concentrações elevadas de nitrogênio, fósforo e potássio, e micros minerais, como cobre e zinco (OVIEDO-RONDON, 2008). Tais resíduos necessitam de destinação ambiental adequada, uma vez que o descarte não pode ser aleatório no ambiente, com riscos à contaminação (LANA et al., 2010).

A utilização de cama de frango melhora a concentração dos nutrientes a cada lote como adubo orgânico pelo aumento da concentração de nutrientes, o que permite a produção de um biofertilizante sólido que pode ser exportado para fora das regiões produtoras, as quais, geralmente, já se encontram saturadas e nutrientes que causam impacto ambiental negativo (AVILA et al., 2007).

Em 2004, com a Instrução Normativa nº 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), determinou-se a proibição do uso de cama de aviário na alimentação de ruminantes. Tal fato, aliado ao elevado custo dos adubos minerais, tem levado ao desenvolvimento de estudos para o aproveitamento da cama de aviário como fertilizante orgânico (LANA et al., 2010), pela concentração de nutrientes que está possui (AZEEZ et al., 2010).

Ainda é escasso o conhecimento sobre as quantidades de cama de frango e esterco bovino que devem ser aplicadas ao solo para obtenção de rendimento satisfatório na produção de culturas agrícolas (FIGUEROA et al., 2012). No que se referem aos nutrientes, os resíduos provenientes da criação intensiva de frangos são particularmente ricos (COSTA et al., 2009), quando comparados a esterco bovino, suíno e caprino, comumente utilizados na agricultura (AZEEZ et al., 2010).

Alternativas à adubação mineral para a produção de capim-elefante, na pecuária leiteira, é a adubação com esterco bovino. O esterco bovino pode fornecer teores adequados de macro e micronutrientes para crescimento das culturas e incrementa a quantidade de matéria orgânica do solo, sendo uma alternativa de baixo custo em relação aos fertilizantes minerais (LAZCANO et al., 2008).

A utilização de esterco bovino como adubo orgânico é muito comum entre os produtores rurais, porque melhora as condições do solo e beneficia o crescimento das plantas (COSTA et al., 2008). Ao contrário do que ocorre com a cama de aviário, o esterco bovino necessita ser aplicado em doses altas para alcançar ganhos significativos em produtividade do capim-elefante (FARIAS et al., 1986).

A principal vantagem da utilização do esterco bovino em comparação ao uso de adubos minerais é a reciclagem de nutrientes dentro da própria propriedade. Além de menor custo com aquisição de adubos minerais, proporciona melhorias sanitárias nas

instalações e benefício ambiental agregado, pela utilização de resíduos orgânicos (OLIVEIRA et al., 2011). Entretanto, poderia ser apresentada como desvantagens da adubação orgânica a grande instabilidade de concentração de nutrientes, o custo com mão-de-obra para manejo do esterco e volatilização de nitrogênio (MALAVOLTA, 1979). A utilização de esterco bovino como fertilizante orgânico é comum entre os produtores rurais em todas as regiões do país (COSTA et al., 2009).

Contudo, observa-se que são utilizadas quantidades aquém da necessidade para produção de forragem, pois são escassos estudos conclusivos sobre a para quantidade de esterco bovino a se considerar para produção de forragem, tanto para capineira, quanto para silagem. O uso de forrageiras tropicais tais como o capim-elefante, pode ser uma alternativa viável porque tem uma alta aceitação pelo animal (SANTOS et al., 2013).

O sucesso na produção de silagem de capim-elefante depende da produtividade de matéria seca por hectare. É importante, também, que a composição química da planta forrageira seja adequada para suprir as exigências do processo fermentativo dos animais (DIAS; SOUTO, 2010).

Para silagem de boa qualidade é desejável ter um bom processo de fermentação microbiana, que depende do tipo e qualidade da forragem, do teor de açúcares solúveis e dos aspectos relacionados à colheita e à técnica de ensilagem (YITBAREK; TAMIR, 2014).

Apesar de espécies de o gênero *Pennisetum* apresentar alta produção de matéria seca por hectare, elas são, também, caracterizadas por ter alto teor de umidade e poder tamponante, limitando sua utilização na produção de silagem (RODRIGUES et al., 2005). Conseqüentemente, o processo de fermentação pode ser difícil e a qualidade da silagem muito variável (YITBAREK; TAMIR, 2014).

A técnica efetiva para controlar o processo de fermentação é a utilização de aditivos (TEIXEIRA et al., 2008). Aditivos são produtos naturais ou industriais adicionados à silagem para controlar ou prevenir certos tipos de fermentação. Logo, melhora ou estabiliza os nutrientes e a recuperação de energia da silagem, ou seja, reduz as perdas e estabiliza a silagem e posteriormente, melhora o desempenho animal (YITBAREK; TAMIR, 2014).

Outra característica desejável do aditivo é apresentar bom valor nutritivo (PIRES et al., 2009). Contudo, o custo com o uso de aditivos deve ser mantido baixo, a fim de que o uso de aditivo seja uma opção viável para o produtor rural.

Neste contexto, definiu-se como objetivo nesta dissertação avaliar doses de adubação orgânica com cama de aviário (capítulo 1) e esterco bovino (capítulo 2) na produção de capim-elefante e sua influência na qualidade da silagem produzida com e sem uso de aditivos.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEEZ, J. O.; AVERBEKE, W. V.; OKOROGBONA, A. O. M. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 7, p. 2499-2505, 2010.

AVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia, SC: EMBRAPA – CNPSA, 38 p., 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 8 de 26 de março de 2004**.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.1, n.1, p.16-37, jan./mar. 2000.

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, Edição Especial, p.1991-1998, 2009.

COSTA, D. P. B.; MOURÃO, R.C.; RODRIGUES, V. C. Esterco de bubalinos e de bovinos aplicados à capineira de capim-elefante. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 33, p.313-325, 2008.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M. **Silagem orgânica-Manual técnico 24**. Niterói: Programa Rio Rural, 7p. 2010.

FARIAS, I.; FERNANDES, A. P. M.; LIRA, M. A.; FRANÇA, M. P.; SANTOS, V. F. Efeito da adubação orgânica sobre a produção de forragem de milho, sorgo e capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.21, n.10, p.1015-1022, 1986.

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**, v.16, n.7, p.714-720, 2012.

GALBIATTI, J. A.; JANDISLAU, J. L.; SABONARO, D. Z.; BUENO, L. F.; SILVA, V. L. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. **Revista Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.445-455, 2007.

IBGE. **Indicadores do IBGE**: estatísticas de produção pecuária. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201501\\_publ\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201501_publ_completa.pdf) acessado em: 09 de fev. 2016.

LANA, R. M. Q.; ASSIS, D. F.; SILVA, A. A.; LANA, A. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; BORGES, E. N. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, v.26, n.2, p.249-256, 2010.

LANA, R. P. Uso racional de recursos naturais não renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.1, p.330-340, 2009.

LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; DOMÍNGUEZ, J. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. **Chemosphere**, v.72, n. 04, p. 1013-1019, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 201 p., 1997.

NEIVA, J. N. M.; NUNES, F. C. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1845-1851, 2006.

OVIEDO-RONDON, E. O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, Edição Especial, p. 239-252 2008.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N. D.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Elephant grass ensiled with coffee hulls, cocoa meal and cassava meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38 p.34-39, 2009.

RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W.; PASSANI, R.; MEYER, P.M. Addition of increasing levels of citrus pulp on fermentative quality and nutritive value of silage of elephant grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, p.1138-1145, 2005.

SANTOS, M. F.; MENDONÇA, M. C.; CARVALHO FILHO, J. L. S. DANTAS, I.B.; SILVA-MANN, R.; BLANK, A.F. Esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva cidreira verdadeira (*Melissa officinalis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.4, p.355-359, 2009.

SANTOS, R. J. C.; LIRA, M. DE A.; GUIM, A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B., MELLO, A. C. L. Elephant grass clones for silage production. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 1, p. 6-11, 2013.

SOUTO, P. C.; Souto, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, p.125-130, 2005.

TEIXEIRA, F. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; NASCIMENTO, P.V.N. Losses in silage of elephant Grass added with sugar cane and cocoa meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 60, p.227-233, 2008.

YITBAREK, M.; TAMIR, B. Silage additives: review. **Open Journal of Applied Sciences**, v.4, p.258-274, 2014.

### 3 CAPITULO 1

#### 3.1 **Resumo: Características agronômicas, composição química e atributos químicos do solo do capim-elefante adubado com cama de aviário.**

Objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito da aplicação de cama de aviário na produção e na qualidade da silagem de capim-elefante. O experimento foi conduzido no campo experimental do Sítio Boa Vista, distrito de Cachoeira de Santa Cruz, Viçosa-MG. O solo foi classificado como Argissolo-arenoso, e o experimento ocorreu no período de novembro de 2014 a fevereiro de 2015. Os tratamentos consistiram de quatro doses de cama de aviário curtida (0, 4, 8 e 12 ton.ha<sup>-1</sup>) e cinco repetições. Determinaram-se a altura de planta, o diâmetro do colmo, o número de folhas por planta, o comprimento e largura laminar e a produtividade de matéria verde e seca de plantas. Com relação à silagem, foram avaliadas as perdas por gases e efluentes utilizando os quatro tratamentos descritos acima e quatro repetições. Houve efeito linear crescente ( $P < 0,01$ ) do nível de cama de aviário sobre a altura da planta e efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) do nível de cama de aviário sobre o número de plantas/ha com valor máximo em 9,1 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) sobre o diâmetro do colmo e produtividade de massa verde. A adubação orgânica com cama de aviário não influenciou a qualidade da silagem produzida.

**Palavras-chave:** cama de aviário, parâmetros qualitativos, *Pennisetum purpureum* Schum, produtividade, resíduos orgânicos.

### **3.2 Abstract: Agronomic characteristics, chemical composition and chemical properties of soil cultivated with elephant grass fertilized with poultry bed**

The objective of this study was to evaluate the effect of poultry litter application in the production and quality of silage of elephant grass. The experiment was conducted in the experimental field of Boa Vista in district of Cachoeira de Santa Cruz, Viçosa-MG. The soil was classified as Argisol-sandy, and the experiment happened from November 2014 to February 2015. The treatments consisted of four rates of poultry litter (0, 4, 8 and 12 ton.ha<sup>-1</sup>) and five repetitions. The plant height, stem diameter, number of leaves per plant, length and width of leaf and productivity of green and dry matter were evaluated. In addition, silage gases and effluents losses were evaluated using the four treatments cited above and four repetitions. There was linear increase ( $P<0.01$ ) of poultry litter level on plant height and quadratic effect ( $P<0.01$ ) of poultry litter level on the number of plants/ha with maximum at 9.1 ton.ha<sup>-1</sup> of manure. There was no treatment effect ( $P>0.05$ ) on the diameter of the stem and green mass productivity. The organic fertilizer with poultry litter did not affect the quality of silage produced.

**Keywords:** organic waste, Pennisetum purpureum Schum, poultry litter, productivity, qualitative parameters.

### 3.3 Introdução

A demanda mundial de carnes de qualidade e de preço acessível à população, aliadas a problemas sanitários internacionais como a gripe aviária atingiram os maiores países produtores de frango de corte. Este cenário impulsionou as exportações brasileiras de frango de corte e projetaram o Brasil no cenário internacional, como o segundo maior produtor e primeiro maior exportador do setor (TAVARES; RIBEIRO, 2007).

Por conseqüente, houve aumento da geração de resíduos orgânicos provenientes da criação intensiva de frangos, denominados cama de aviário (COSTA et al., 2009).

Os resíduos orgânicos oriundos da criação de animais empregados como fertilizantes na agricultura ajustam a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ZARATE et al., 2010; MANGIERI; TAVARES FILHO, 2015). A produção de frangos de corte gera um grande volume de resíduos na forma de esterco, efluente, cama e aves mortas. Estes resíduos possuem concentrações importantes de nitrogênio, fósforo, potássio, micro minerais como cobre e zinco (OVIEDO-RONDON, 2008).

Tais resíduos necessitam de destinação ambiental adequada, uma vez que o descarte não pode ser aleatório no ambiente, com riscos à contaminação (LANA et al., 2010). O efeito da utilização de resíduos orgânicos como fertilizantes de plantas forrageiras, pode ser observado sobre a produtividade, de forma direta, por meio do fornecimento de nutrientes prontamente disponíveis na solução do solo, ou indiretamente, pelas modificações das propriedades físicas do solo, melhorando o ambiente radicular e estimulando o desenvolvimento (KIEHL, 1985).

Produtividade e composição proteica do capim-elefante recebendo adubação orgânica e mineral gradativamente macro e micronutrientes para a solução do solo (MENEZES et al., 2004). Tal liberação acontece à medida que o material orgânico é mineralizado. A quantidade disponível para a planta forrageira dependerá do grau de mineralização do material e da quantidade aplicada.

Estudo comparando o potencial da cama de aviário em relação ao de adubos químicos, na recuperação das pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*, constataram que a cama de aviário promoveu o mesmo percentual de matéria seca dos demais fertilizantes (MORAES et al., 2006).

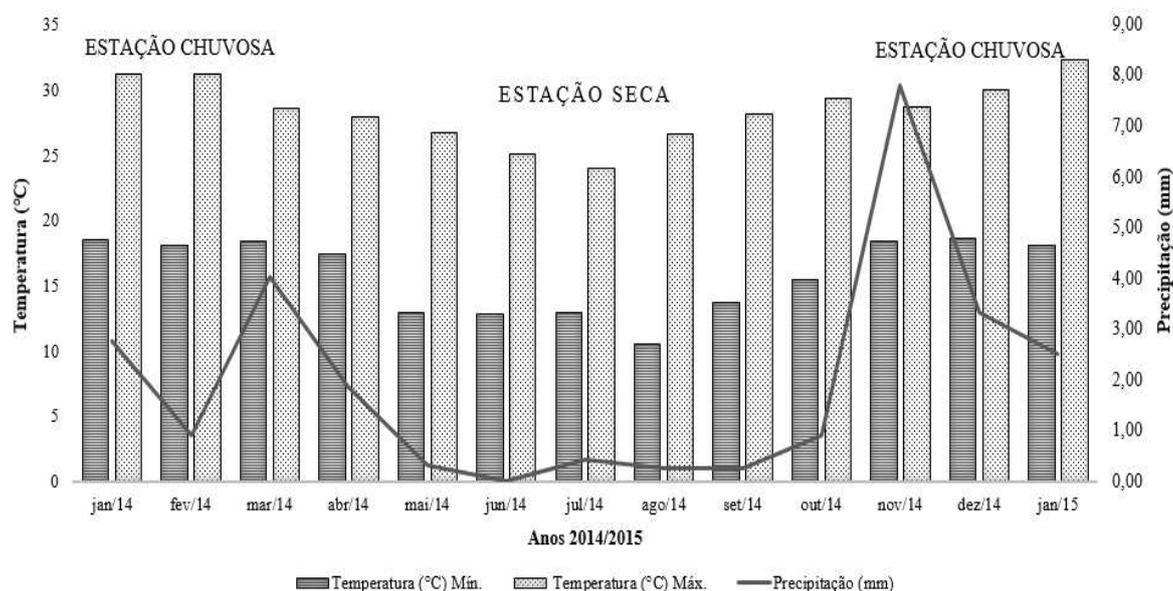
Portanto, são objetivos com este estudo, avaliar o desenvolvimento do capim-elfante em resposta à aplicação de doses crescentes de cama de aviário no momento do plantio, bem como a qualidade da silagem produzida.

### 3.4 Material e Métodos

#### 3.4.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido no Sítio Boa Vista pertencente à Universidade Federal de Viçosa, localizado no distrito de Cachoeira de Santa Cruz, município de Viçosa-MG, entre os meses de outubro de 2014 e janeiro de 2015. As coordenadas geográficas do local do experimento são 20° 45' de latitude sul, 42° 51' de longitude oeste e altitude é de 703 m.

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 (Figura 1) para as médias de máxima e mínima, respectivamente.



**Figura 1.** Média de temperaturas máxima e mínima e volumes de precipitação registrados nos anos de 2014. Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Viçosa.

A precipitação histórica da área é de 1.340 mm. No entanto, no ano de 2014 foi de 781,56 mm (Figura 1), 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, aproximadamente a 15 km da área experimental.

### **3.4.2 Estabelecimento do experimento**

Anteriormente ao experimento, predominavam, na área, plantas das espécies *B. decumbens* e *B. brizantha*, que eram utilizadas como pasto reserva para vacas em lactação. Assim, previamente ao estabelecimento das plantas forrageiras, amostras de solo foram colhidas com o auxílio de trado sonda, na camada de 0 a 20 cm, para análise das características químicas e físicas do solo, conforme Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004).

O preparo do solo com aração e gradagem foi efetuado ainda no período seco, no mês de setembro de 2014, para que as forrageiras e demais plantas existentes na área experimental entrassem em senescência. A aração foi feita a, aproximadamente, 0,3 m de profundidade e a gradagem, para descompactação da camada inicial do solo. No mês de novembro de 2014 foi feito o plantio em linhas, em espaçamento de um metro entre sulcos e 30 centímetros de profundidade.

O experimento consistiu de quatro tratamentos (0, 4, 8 e 12 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário) e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada unidade experimental teve cinco metros de comprimento e quatro metros de largura, totalizando uma área de 20,0 m<sup>2</sup>, sendo constituída por quatro linhas de plantas, considerou-se, como área útil de oito metros quadrados (8 m<sup>2</sup>), as duas linhas centrais, descartou-se, também, 50 centímetros em cada extremidade.

### **3.4.3 Características do solo e adubo**

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, sendo satisfatório para culturas de baixas exigências de fertilidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo da área experimental anterior à aplicação dos tratamentos com cama de aviário para plantio de capim-elefante.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
------(mg/dm <sup>3</sup> )-----						
5,8	17,3	60	2,6	1,6	0,0	2,97
SB	CTC (t)	CTC (T)	V	M	MO	P-rem
------(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )-----			------(%)-----		(dag/kg)	(mg/L)
4,35	4,35	7,32	59	0	4,97	32,0
Zn	Fe	Mn	Cu	B		
------(mg/dm <sup>3</sup> )-----						
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.

A cama de aviário utilizada foi constituída de um lote de frangos de corte e palha de casca de café. Este resíduo orgânico foi oriundo de uma granja de avicultura industrial localizada no município de Coimbra-MG, curtido por 60 dias em base úmida. Cinco subamostras de cama de aviário foram compostas em uma única parcela para análises laboratoriais.

Os resultados da análise da cama de aviário utilizados no presente trabalho são apresentados a seguir: Composição química e umidade da cama de aviário: N (%) = 3,48; P (%) = 0,96; K (%) = 2,56; Ca (%) = 1,88; Mg (%) = 0,48; S (%) = 0,45; CO = 21,5; C/N (%) = 6,18; pH (H<sub>2</sub>O) = 7,2; MS = 43,3.

As análises de minerais foram determinadas no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico), na matéria seca a 65°C, e a umidade em estufa a 75°C. As doses de cama de aviário foram determinadas com base em quantidades encontradas na literatura (FARIAS, 1986; ARRUDA et al., 2014).

#### **3.4.4 Avaliações agronômicas**

Após 110 dias do plantio do capim-elefante, foram realizadas mensurações do seu crescimento, o número de plantas por metro linear, a altura da planta medindo-se do nível do solo até a lígula das folhas mais altas, o diâmetro do colmo próximo à superfície do solo por meio de paquímetro graduado, o número de folhas por planta, e o comprimento e diâmetro laminar.

#### **3.4.5 Silagem de capim-elefante**

As plantas forrageiras cortadas aos 110 dias foram trituradas e armazenadas em silos experimentais tipo baldes plásticos com capacidade de 3,8 litros, adaptados com tampas acopladas a válvulas de Bunsen para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação. No fundo dos silos, foram colocados 0,6 kg de areia seca, separada da forragem por um tecido de algodão, para quantificação do efluente produzido.

A compactação da forragem foi feita por bastão de madeira. Após a compactação, os silos experimentais foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados. Decorridos 84 dias de fermentação, foram novamente pesados para determinação das perdas por gases e abertos. Após a retirada da silagem, o conjunto (balde, tampa, areia e tecido de algodão) foi pesado para quantificação do efluente produzido.

A silagem das extremidades foi descartada e o restante homogeneizado, sendo coletadas sub-amostras de 500 g para pré-secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas, para obtenção do teor de matéria seca. Estas sub-amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Tecido Vegetal para análise do conteúdo de N total (TEDESCO et al., 1995), cujo valor foi multiplicado pelo fator de conversão 6,25 para estimativa do teor de proteína bruta (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995).

As perdas de matéria seca nas silagens, sob as formas de gases e efluente, foram quantificadas por diferença de peso. As perdas por gases foram estimadas pela equação  $PG (\% MS) = (Pb_{chf} - Pb_{cha}) / (MV_f \times MS_f) \times 1000$ , em que:  $Pb_{chf}$  = Peso do balde cheio no fechamento (kg);  $Pb_{cha}$  = Peso do balde cheio na abertura (kg);  $MV_f$  = Massa verde de forragem no fechamento (kg) e  $MS_f$  = Matéria seca da forragem no

fechamento (%), baseadas na diferença de peso da massa de forragem seca (JOBIM et al., 2007).

Calcularam-se as perdas por efluente pela equação  $PE (kg/t MV) = (Pef \times 1000) / MVi$ , em que  $Pef$  = peso do efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura - peso do conjunto vazio antes do enchimento) (kg) e  $MVi$  = quantidade de massa verde de forragem ensilada (kg). O peso do conjunto corresponde à massa do balde + tampa + areia + tecido (JOBIM et al., 2007).

### **3.4.6 Delineamento experimental**

O delineamento experimental do experimento de campo foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (0, 4, 8 e 12 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário) e cinco repetições. No caso das silagens, o delineamento experimental foi inteiramente casualizados com quatro tratamentos (doses de cama de aviário) e quatro repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e regressão a 5% de significância, utilizando o programa Minitab (RYAN; JOINER, 1994).

## **3.5 Resultados**

### **3.5.1 Atributos químicos do solo**

A utilização de cama de aviário melhorou as propriedades químicas do solo, com maiores valores de P, K, Ca, Mg, SB, CTC(t), CTC(T), MO, Zn e Mn (Tabela 2), mesmo após o cultivo e colheita do capim-elefante aos 110 dias de período experimental durante a estação chuvosa.

**Tabela 2.** Atributos químicos do solo, após o corte do capim-elefante aos 110 dias, em áreas adubadas com doses crescentes de cama de aviário no município de Viçosa (MG), 2015.

Dose de cama de Aviário	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
		-----( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )-----			-----( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )-----		
0 ton.ha <sup>-1</sup>	6,3	4,1	31	2,6	1,3	0,0	3,46
4	6,4	6,9	42	3,3	1,7	0,0	3,46
8	6,3	7,6	43	3,0	1,6	0,0	3,30
12	6,2	14,9	52	3,2	1,6	0,0	3,63
	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	P-rem
	-----( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )-----			-----(% )-----		(dag/kg)	(mg/L)
	--						
0 ton.ha <sup>-1</sup>	3,48	3,98	7,44	53	0	3,73	18,9
4	5,11	5,11	8,57	60	0	4,54	21,2
8	4,71	4,71	8,01	59	0	3,60	21,9
12	4,73	4,73	8,03	59	0	3,99	21,2
	Zn	Fe	Mn	Cu	B		
	-----( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )-----						
	--						
0 ton.ha <sup>-1</sup>	2,5	73,2	54,5	1,5	0,1		
4	4,4	72,0	107	1,7	0,2		
8	4,3	85,0	76,7	1,6	0,2		
12	5,2	74,9	91,8	1,6	0,2		

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 de bases; m: saturação por alumínio, MO: matéria orgânica; P-rem: fósforo remanescente.

### 3.5.2 Variáveis relacionadas à produção

Houve respostas crescentes das doses cama de aviário sobre algumas variáveis avaliadas do capim-elefante aos 110 dias após o plantio. Houve efeito linear crescente ( $P < 0,01$ ) do nível de cama de aviário sobre a altura da planta e efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) do nível de cama de aviário sobre o número de plantas.ha<sup>-1</sup>, com valor máximo em 9,1 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) sobre o diâmetro do colmo e produtividade de massa verde (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros de crescimento do capim-elefante aos 110 dias, em função da adubação orgânica com cama de aviário no plantio em Viçosa, 2015.

Item	Cama de aviário (ton.ha <sup>-1</sup> )				EP	P	
	0	4	8	12		Valor	ER
Altura da planta (cm)	61,0	77,8	82,2	96,9	0,04	0,001	1
Diâmetro do colmo (mm)	16,0	16,1	16,4	17,0	0,47	0,486	
Plantas (x1.000/ha)	90,0	112,0	140,0	126,0	7,86	0,004	2
Produtividade (ton.ha <sup>-1</sup> MV)	43,4	56,2	48,2	62,5	6,51	0,222	

EP = erro padrão da média; ER = Equação de regressão: <sup>1</sup> 62,7 + 2,8X, r<sup>2</sup> = 0,62; <sup>2</sup> 87,3 + 10,3X - 0,569X<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,52.

Os teores de proteína e K aumentaram e os teores de P, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu e B reduziram na planta de capim-elefante aos 110 dias após o plantio com uso de cama de aviário (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), macro e microelementos minerais nas plantas de capim-elefante adubados com cama de aviário, com corte aos 110 dias pós-plantio.

Nível	MS	PB	P	K	Ca	Mg
	%	%MS	----- (cmol/dm <sup>3</sup> ) -----			
0 ton.ha <sup>-1</sup>	32	7,69	0,16	1,48	0,37	0,53
4	33	7,50	0,13	1,80	0,25	0,36
8	36	6,56	0,14	1,96	0,22	0,41
12	35	8,06	0,13	2,36	0,21	0,34
	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	----- (mg/kg) -----					
0 ton.ha <sup>-1</sup>	0,10	37	561	77	8	8,7
4	0,07	22	308	41	5	5,7
8	0,07	24	293	56	4	6,7
12	0,07	17	432	56	4	7,7

Não houve efeito (P<0,05) significativo de tratamento para perdas por gases, perda total e pH após 60 dias de ensilagem do capim-elefante, mas houve efeito cúbico sobre perda por efluente (Tabela 5).

**Tabela 5.** Matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), perdas por gases, perdas por efluentes na ensilagem de capim-elefante cortado aos 110 dias pós-plantio e pH da silagem na abertura (84 dias), em função da adubação orgânica com cama de aviário no plantio.

Item	Cama de aviário (ton.ha <sup>-1</sup> )				EP	P	
	0	4	8	12		Valor	ER
Gases (% MS)	0,02	1,80	-1,02	0,83	1,36	0,15	
Efluente (% MS)	2,96	2,02	4,76	2,99	0,82	0,04	1
Perda total (%)	2,98	3,81	3,74	3,81	1,55	0,79	
pH	4,28	4,36	4,25	4,18	0,14	0,66	

EP = erro padrão da média; ER = Equação de regressão: <sup>1</sup> 2,96 - 1,38X + 0,372X<sup>2</sup> - 0,0214X<sup>3</sup>, r<sup>2</sup> = 0,16.

## **3.6 Discussão**

### **3.6.1 Atributos químicos do solo**

De modo geral, o solo da área em estudo apresentou alta fertilidade, atendendo a exigências de culturas de baixa exigência, para o capim-elefante há a necessidade de melhorias da fertilidade. Prevalencia na área pastagem de capim *Brachiaria decumbens*, uma vez que a área não havia sido utilizada para exploração agrícola há mais de 10 anos. Destaca-se que os teores de Ca, Mg e K apresentaram doses altos na camada de 0-20 cm (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004).

### **3.6.2 Características do fertilizante**

Segundo Menezes et al. (2004), a composição química da cama de aviário pode modificar-se em função do material empregado para forrar os aviários e do número de lotes nos quais a cama é utilizada. No entanto, segundo estes autores, as doses médias de nitrogênio variam de 2 a 5%;  $P_2O_5$  de 1,5 a 3% e  $K_2O$  de 2 a 4%.

A utilização da cama de aviário como fertilizante para forrageiras tem a grande vantagem de disponibilizar nutrientes após aplicação e manter a liberação residual nos anos subsequentes. Segundo os trabalhos, no caso do nitrogênio, por exemplo, 50% são disponibilizados no primeiro ano, 20% no segundo e 30% em anos seguintes (MALAVOLTA, 1981; KIEHL, 1985).

A composição química da forragem varia em função da idade, da parte da planta (lâmina ou colmo), da época do ano e da fertilidade do solo. Destas, destaca-se a fertilidade do solo, que pode ser manipulada por intermédio de adubação, e que no presente estudo foi alterada pelos tratamentos com cama de aviário.

Para os parâmetros de fertilidade do solo, os compostos orgânicos promovem benefícios, favorecendo a elevação do pH, SB, CTC (T) e da V (%), além de diminuição da H+Al. Neste estudo, observou-se ligeiro aumento de pH, Ca, SB, CTC (t), CTC(T) e Mn com uso de cama de aviário em relação ao solo antes do período experimental (Tabela 2).

A matéria seca da cama de aviário com casca de café possui valores que variam de 70 a 78%, mesmo sendo proveniente de uma mesma granja, e pode variar

dependendo do manejo, da composição da ração e do desperdício dos comedouros e bebedouros (EMBRAPA, 2008). Assim, o conhecimento desse valor é importante no cálculo da reposição de nutrientes, exigida pelas culturas. No presente estudo, o teor de matéria seca foi de 43,32%, abaixo da faixa apresentada de 77% obtido por Campos (2015).

O baixo teor de matéria seca da cama de aviário, que levou ao menor teor de minerais em relação aos relatados pela EMBRAPA (2008), pode ter sido um dos fatores para ausência de resposta do capim-elefante à fertilização orgânica (Tabela 3). Neste caso, dever-se-ia utilizar doses mais elevadas de cama de aviário, o que poderia tornar-se antieconômico em função do preço deste produto na Zona da Mata de Minas Gerais.

A fertilidade do solo, assim como a adubação, tem efeito direto na produção de forragem. A maior eficiência no uso do N e as respostas em termos de produção ocorrem quando os demais nutrientes estão em equilíbrio na solução do solo, gerando um ambiente favorável aos processos de absorção por parte da planta forrageira (CORSI; NUSSIO, 1993). Houve acréscimo de nutrientes no solo provindos da cama de aviário, após o cultivo e corte do capim-elefante após 110 dias, segundo a análise exposta na Tabela 2, podendo-se inferir que há contribuição não só do N, mas também de outros nutrientes, dentre eles o fósforo e o potássio, responsáveis, também, pela produção da forrageira.

### **3.6.3 Variáveis relacionadas à produção**

Para a produção da forragem estão relacionadas, entre outros fatores, as características climáticas do local e da fertilização do solo. De acordo com a Figura 1 pode-se observar que as médias de temperaturas mínimas encontradas para o período experimental, durante os meses de outubro de 2014 a janeiro 2015 foi de 18°C, acima dos 15°C preconizado para o crescimento adequado da planta forragem (ARRUDA et al., 2014). Entretanto, observa-se que a precipitação encontrada para o mesmo período esteve abaixo da média histórica para a região, sendo estes dados desfavoráveis à produtividade do capim-elefante.

Os resultados não evidenciaram efeito da cama de aviário sobre a produtividade da planta (Tabela 3). No entanto é fato o crescimento de 44% do capim-elefante submetido à adubação orgânica. Segundo Kiehl (1985), o efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto por meio do fornecimento de nutrientes ou pelas

alterações das propriedades físicas do solo, que proporcione um ambiente radicular favorável ao desenvolvimento das plantas. Além das influências climáticas atípicas, os maiores benefícios poderão ser notados nos próximos anos agrícolas sobre a produtividade das plantas.

Cabe ressaltar que o uso de adubos orgânicos promove uma liberação lenta e gradual de nutrientes, com a vantagem de aumentar o teor de matéria orgânica, solubilizando gradativamente macro e micronutrientes para a solução do solo (MENEZES et al., 2004). Os teores de nutrientes no solo, após o corte do capim-elfante, no nível mais alto de fertilização, foram os que mais se aproximaram daqueles verificados no solo antes do plantio do capim. Portanto, nos próximos anos de cultivo, espera-se manter a produtividade com a fertilização anual de manutenção, ao contrário do tratamento controle, que deve levar à exaustão do solo e consequente redução da produtividade.

De acordo com a observação acima, a prática da adubação orgânica além de reduzir os custos de produção é importante para manter ou incrementar o estoque de matéria orgânica e melhorar as propriedades físico-químicas do solo, que é essencial para garantir a qualidade do solo e, conseqüentemente, a sustentabilidade dos agroecossistemas (FAVORETTO, 2007).

Além do mais, vale salientar que a falta de efeito da fertilização sobre a produtividade do capim pode ser explicada pelo fato do experimento ter sido conduzido em um ano onde a precipitação foi 42% abaixo da média histórica (Figura 1) e, a baixa precipitação prejudicou fortemente o crescimento das plantas, causando redução na produtividade.

A cama de aviário, segundo Konzen (2003), contém alta concentração de nutrientes, pois as aves têm baixos índices de aproveitamento de suas rações (40 a 60% apenas) e o restante é eliminado via dejetos. Disponibilidade de nitrogênio com o uso de cama de aviário é de 50 % no primeiro ano, restando ainda 20% para o segundo ano e 30% para os anos seguintes (RIBEIRO et al., 1999).

O produtor que optar pela fertilização orgânica deve medir anualmente o balanço entre os nutrientes por meio da análise de solo de modo a ajustar os teores de nutrientes no solo de acordo com a exigência da forrageira.

Estudos afirmam que uma pequena fração, encontrada na camada superficial de solo é constituída por matéria orgânica e que a incorporação de resíduos orgânicos ao

solo proporciona aumento da absorção de nutrientes pela planta, pelo incremento da atividade microbiana (MAIA; CANTARUTI, 2004; ROGERI et al., 2015).

#### **3.6.4 Composição química do capim-elefante e da silagem produzida**

Os valores de PB do capim-elefante cortados aos 110 dias (Tabela 4) média de 7,45% de M.S obtidos neste estudo são considerados adequados e dentro dos valores padrão preconizados pela literatura (QUEIROZ FILHO et al., 2000). Ainda segundo os autores, conforme o avanço na idade do capim-elefante roxo, de 40 a 100 dias promoveu efeito quadrático sobre os teores de PB, em que se estimou valor de 5,89% de proteína bruta aos 96 dias de idade.

Segundo Van Soest (1994), o nível mínimo de PB na forragem é de 7% para que não ocorra diminuição da ingestão voluntária. Desta forma, os valores obtidos estão dentro dos padrões exigidos.

As silagens apresentaram valores de pH semelhantes (Tabela 5). Entretanto, apenas a silagem de capim-elefante submetido à adubação com 12 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário está dentro da faixa desejável de 3,8 a 4,2 conforme preconizado na literatura (YITBAREK; TAMIR, 2014).

Os valores mais elevados de umidade e pH das silagens podem prejudicar a qualidade da silagem. De acordo com Ferreira (2014), silagens de capim podem ser melhoradas pelo uso de outros alimentos para aumentar o teor de matéria seca e de compostos que favoreçam a fermentação e pelo uso de inoculantes microbianos.

### **3.7 Conclusões**

A cama de aviário aumenta de a altura de plantas de capim-elefante até 12 ton.ha<sup>-1</sup> e o número de plantas por hectare, com valor máximo em 9,1 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário.

A adubação orgânica com cama de aviário não influenciou a qualidade da silagem, e no diâmetro do colmo e produtividade de massa verde.

Apesar de não ter ocorrido benefício da cama de aviário sobre a produtividade da planta, a prática da adubação orgânica mantém ou incrementa o estoque de matéria orgânica e melhora as propriedades físico-químicas do solo, sendo essencial para garantir a sustentabilidade dos agroecossistemas.

### 3.8 Referências bibliográficas

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

ANDRADE, J. B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa agropecuária brasileira**: Brasília, v.33, n. 1, p. 1859-1872, 1998.

ARRUDA, G. M. M. F.; FACTORI, M. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; SILVA, M. G. B.; LIMA, V. L. F.; HADLICH, J. C.; SILVA, M. P. Produtividade e composição proteica do capim-elefante recebendo adubação orgânica e mineral. **Revista acadêmica de ciências Agrárias e ambientais**. v.12, n.1, p. 61-69, 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995. 16p.

AZEVEDO, A. R.; ALVES, A. A.; AZEVEDO JUNIOR, A.R. Digestibilidade in vivo da matéria seca e fração fibrosa de cama de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.1, p. 132-136, 1999.

CAMPOS, S.A. **Resíduos avícolas na produção de milho e qualidade da silagem**. 59f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CORSI, M.; NUSSIO, L. G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1993. p.87-116.

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A.A.; SILVA, A. A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1991-1998, 2009.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica – 4ª edição, 2008.

FARIAS, I.; FERNANDES, A. P. M.; LIRA, M. A.; FRANÇA, M. P.; SANTOS, V. F. Efeito da adubação orgânica sobre a produção de forragem de milho, sorgo e capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**. v.21 n.10, p.1015-1022, 1986.

FAVORETTO, C. M. **Caracterização da matéria orgânica humificada de um Latossolo Vermelho Distrófico através da espectroscopia de fluorescência induzida**

**por laser.** 96f. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2007.

FOGEL, G. F.; MARTINKOSKI, L.; MOKOCHINSKI, F. M.; GUILHERMETTI, P. G. C.; MOREIRA, V. S. Efeitos da adubação com dejetos suínos, cama de aves e fosfato natural na recuperação de pastagens degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** v.8, n.5, p.66-71, 2013.

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

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. In: SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DE MILHO, 5<sup>o</sup>ed. **Anais...**Videira: EMBRAPA-CNPASA, 2003, 16p. (Informe Técnico).

KÖPEN, W. **Climatologia.** Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental,** Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MANGIERI, V. R. L.; TAVARES FILHO, J. Disposição de resíduos sólidos no solo: efeito nos atributos físicos, químicos e na matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias,** Londrina, v. 36, n. 2, p. 747-764, 2015.

MARÍN, O. L. Z. **Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camas de frango submetidas à re-usos sequenciais na Zona da Mata no Estado de Minas Gerais.** 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

MENEZES, J.F.S.; ALVARENGA, R. C.; SILVA, G.P.; KONZEN, E.A.; PIMENTA, F.F **Cama de frango na agricultura:** perspectivas e viabilidade técnica e econômica. Rio Verde: FESURV, 2004. 28 p. (Boletim Técnico, 3).

OVIEDO-RONDON, E.O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **Revista Brasileira de Zootecnia.** 2008, vol.37, p. 239-252.

RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais,** 5<sup>a</sup> aproximação. Viçosa: 1999.

ROGERI, D.; ERNANI, P. R.; LOURENCO, K. S.; CASSOL, P. C.; GATIBONI, L. C. Mineralization and nitrification of nitrogen from poultry litter applied to soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.19 n.6 p. 1415-4366, 2015.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; MARTIN, T. N.; PIRES, J. L.; DELLA FLORA, L. P.; BASSO, C. J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa agropecuária brasileira,** Brasília, v.47, n.9, p.1346-1357, 2012.

TAVARES, L. P.; RIBEIRO, K. C. S. Desenvolvimento da avicultura de corte brasileira e perspectivas frente à influenza aviária. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. v. 9, n. 1, p. 79-88, 2007.

TEDESCO, M. J.; WOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim técnico, 5).

YITBAREK, M.; TAMIR, B. Silage additives: review. **Open journal of applied sciences**. v.4, p.258-274, 2014.

ZÁRATE, N. A. H.; MATTE, L. C.; VIEIRA, M. D. C.; GRACIANO, J. D.; HEID, D. M.; HELMICH, M. Amontoas e cobertura do solo com cama-de-frango na produção de cebolinha, com duas colheitas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.3 p.449-454 2010.

## 4 CAPITULO 2

### 4.1 **Resumo: características produtivas e qualidade da silagem de capim-elefante adubado com esterco bovino**

Neste estudo, avaliaram-se o desenvolvimento do capim-elefante em resposta à adubação com esterco bovino no plantio e a qualidade da silagem, sem ou com a inclusão de 10% de fubá de milho. No primeiro experimento, o delineamento experimental foi em blocos casualizado, com quatro tratamentos (0, 6, 12 e 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino) e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. No segundo experimento, foi feita silagem aos 110 dias de idade da planta para avaliar o efeito da adubação (0, 6, 12 e 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino) e do fatorial entre adubação (0 e 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino) e fubá de milho (0 e 10%), ambos com quatro repetições, total de 16 unidades experimentais cada e em delineamento inteiramente casualizado. Houve efeito da adubação sobre o número de plantas/ha 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 aos 110 dias e aos 220 dias. Entretanto, no ensaio em fatorial, a silagem com 18 ton.ha<sup>-1</sup> 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 não adubado. Conclui-se que 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino maximiza a produção de massa verde na fase inicial de crescimento do capim-elefante e a utilização de 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 10% de fubá de milho melhoram o padrão fermentativo da silagem.

**Palavras-chave:** adubação orgânica; produção orgânica; qualidade de silagem.

### 4.2 **Abstract: 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 quality of silages, without or with the inclusion of 10% of corn meal. In the first experiment, the experiment was analysed as randomized blocks design with four treatments (0, 6, 12 and 18

ton.ha<sup>-1</sup> manure) and five replications, totaling 20 experimental units. In the second experiment, silage at 110 days of age of the plant was made to evaluate the effect of fertilization (0, 6, 12 and 18 ton.ha<sup>-1</sup> manure) and the factorial between fertilization (0 and 18 ton.ha<sup>-1</sup> manure) and corn meal (without or with 10%), both with four replications, totaling 16 experimental units each and in a completely randomized design. There was effect of fertilization on the number of plants/ha 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 at 110 days and at 220 days. However, in factorial essay, the silage fertilized with 18 ton.ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> of cattle manure maximizes green mass production in the early stage of elephant grass growth and the use of 18 ton.ha<sup>-1</sup> of cattle manure and 10% of corn meal improve the fermentative standard of the silage.

**Keywords:** organic fertilization; product organic, quality.

### 4.3 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, fatores como a alta produtividade na estação chuvosa e a redução do crescimento na época seca podem resultar em grandes variações nas características morfológicas e nos teores de matéria seca na planta (MARTINS-COSTA et al., 2008).

Grande parte dos agricultores utiliza quantidades de fertilizantes aquém das necessidades nutricionais das culturas em virtude dos elevados preços dos fertilizantes químicos. Com 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, na utilização do esterco bovino, que é importante recurso na fertilização de culturas como milho, café, cana de açúcar, gramíneas 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, entretanto, ainda é escasso o

conhecimento sobre as 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 agrônômica e econômica das adubações e redução de eventuais impactos ambientais como a contaminação do solo e água com adição de fertilizantes químicos.

A conservação de forragem por meio da ensilagem é uma técnica que pode ser utilizada devido ao baixo custo para manter a sustentabilidade no sistema de produção animal (NEGRÃO; SILVA, 2011).

Silagem é o melhor método para a conservação de forragem fresca, com perdas mínimas, sendo que a qualidade da silagem e o valor nutritivo são influenciados por inúmeros fatores biológicos e tecnológicos. Quando técnicas de ensilagem adequadas são utilizadas, a silagem pode apresentar alto valor nutritivo e alta qualidade (YITBAREK; TAMIR, 2014).

A ensilagem de forragens 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 obtido da moagem seca da mistura de gérmen (com ou sem a remoção do óleo), tegumentos e de parte da porção amilácea da semente. Em composição química esse alimento assemelha-se ao farelo ou a quirera e praticamente tem o mesmo valor nutritivo (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.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no sítio Bom Vista, distrito de Cachoeira de Santa Cruz, Viçosa-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. Antes da implantação 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.

No experimento sobre o efeito da fertilização orgânica sobre as características agronômicas do capim-elefante, o delineamento experimental foi em blocos casualizado, utilizando quatro tratamentos (0, 6, 12 e 18 ton.ha<sup>-1</sup> 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 4,0 m de largura, totalizando uma área de 20,0 m<sup>2</sup>, sendo constituída por quatro linhas de plantas, considerando-se como área útil (8,0 m<sup>2</sup>) 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, avaliaram-se 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 para avaliar a silagem de capim-elefante foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 6, 12 e 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino) e quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Uma segunda avaliação foi feita com os tratamentos 0 e 18 ton.ha<sup>-1</sup>, sem ou com 10% de fubá de milho, 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. No fundo dos baldes, foram colocados 0,6 kg de areia seca dentro de saco de tecido de algodão para captura de efluentes. 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<sup>3</sup>. Na tampa do silo experimental, foi confeccionada uma válvula tipo *Bunsen*, para escape dos gases produzidos. Assim, a recuperação de matéria seca nos silos experimentais foi quantificada através da relação entre a quantidade de matéria seca de silagem retirada do silo e a quantidade de matéria seca de forragem acondicionada no silo na 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:

$$G = \frac{Pbhf - Pbcha}{MVfi \times MSfi} \times 100$$

Onde: G: Perdas por gases (% MS);

Pbhf: 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:

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

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 de ambos os experimentos foram submetidos a análises estatísticas utilizando-se o procedimento de regressão polinomial. Para o experimento com silagem e inclusão de milho, foi avaliado o efeito da adubação, milho e interação adubação\*milho.

## **4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.5.1 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.

### **4.5.2 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 de fertilidade (Tabela 5).

**Tabela 5.** 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
------(mg/dm <sup>3</sup> )-----						
5,8	17,3	60	2,6	1,6	0,0	2,97
SB	CTC(t)	CTC (T)	V	m	MO	P-rem
------(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )-----			------(%)-----		(dag/kg)	(Mg/L)
4,35	4,35	7,32	59	0	4,97	32,0
Zn	Fe	Mn	Cu	B		
------(mg/dm <sup>3</sup> )-----						
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.

Não houve a necessidade de correção da acidez do solo, 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) concluem que a aplicação de esterco de bovino no momento de plantio de capim-elefante melhorou o teor de matéria orgânica no solo, o que propiciou melhoria na composição química, além de proporcionar maior flexibilização na frequência de utilização da capineira em relação à adubada química.

O esterco bovino 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<sup>+2</sup> = 1,16%; Mg<sup>+2</sup> = 0,52%; S = 0,29%; CO = 21,21%; C/N = 9,21; Zn = 93 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 6.352,0 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 249,0 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 26,0 mg dm<sup>-3</sup>; B = 23,8 mg dm<sup>-3</sup> 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 um aumento do pH e de nutrientes extraíveis, mas também um aumento no tamanho e na atividade microbiana do solo.

### 4.5.3 Características agronômicas

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

**Tabela 6.** 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 ( $\text{ton.ha}^{-1}$ )				<i>P</i>		
	0	6	12	18	EP	valor	ER
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 ( $\times 1.000/\text{ha}$ )							
110 dias	154	169	192	138	12,0	0,045	1
220 dias	150	161	188	157	13,6	0,24	
Folhas/planta							
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 ( $\text{ton.MV/ha}$ )							
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: <sup>1</sup>  $149,4 + 8,2X - 0,477X^2$ ,  $R^2 = 0,30$ ; <sup>2</sup>  $50,9 - 1,33X + 0,139X^2$ ,  $R^2 = 0,41$ .

Bhering et al. (2008) avaliar 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, relação folha:colmo, diâmetro do colmo e percentagem de folhas, com exceção da altura da planta, que foi aumentado linearmente. Efeito semelhante ao encontrado neste estudo para as variáveis: número de plantas/ha e produtividade das plantas.

Em concordância com o presente estudo, Carneiro et al. (1995) verificaram que os doses de esterco fresco de bovinos, independentemente das cultivares que estudaram, influenciaram significativamente a produção de capim-elefante.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) sobre a altura da planta, diâmetro do colmo e número de folhas/planta aos 110 dias e em todas as variáveis aos 220 dias (Tabela 2). Com base nos resultados apresentados,  $18 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de esterco bovino maximiza a produção de massa verde na fase inicial de crescimento do capim-elefante. Embora o esterco bovino apresente como uma 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 (FOGEL et al., 2013).

Lavezzo et al. (1988) estudaram a utilização do capim-elefante cultivar "Mineiro" e "Vruckwona" para silagem, submetidos a uma aplicação de 500 kg de sulfato de amônia, 1.000 kg de superfosfato triplo e 100 kg/ha de cloreto de potássio, obtiveram respectivamente a produção de  $70,3 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  e  $83,2 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de massa verde em apenas um corte, feito após 60 dias de idade das plantas. Neste experimento foi obtida produtividade de  $71,8 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de massa verde aos 110 dias com  $18 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de esterco bovino (Tabela 2). Cabe ressaltar que a adubação química dos primeiros autores foi elevada, com alto custo além da dependência de produtos químicos industriais.

Aos 220 dias foi obtida produtividade máxima de  $91,6 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de massa verde de primeiro corte com uso de  $18 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de esterco bovino, acima de  $62 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  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 concluiu que o capim-elefante foi o que apresentou maior produção com média anual de massa verde, ao redor de  $125 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Escobar et al. (1962) avaliaram diferentes doses de nitrogênio e fósforo em capim-elefante, cultivar Napier, conseguiram produção de 200 a  $275 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de massa

verde em 3 cortes em 15 meses. Vale ressaltar que estes autores obtiveram maiores produtividades, mas em maior número de cortes.

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

A recomendação de 18 ton.ha<sup>-1</sup> 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.

Segundo Malavolta (1979), as desvantagens da adubação orgânica comparada com a adubação química, seria grande variação concentração de nutrientes, o custo relacionado ao manejo do esterco e a volatilização do nitrogênio.

A adubação mediante utilização de esterco de bovino, ao contrário do uso de fertilizante químico, entre as vantagens relevantes de reciclagem de nutrientes e melhoria das condições sanitárias das instalações (COSTA, 1986).

Foram avaliadas também características agronômicas do capim-elefante aos 220 dias, já no período de estiagem para verificar o desempenho na forma utilizada pelo produtor. Charão et al. (2008) concluíram em seu estudo que o capim-elefante apresenta seu ápice de produção no final da primavera e início do verão. Townsend et al. (1994) concluíram em seu estudo que o capim-elefante apresenta seu ápice de produção no final da primavera e início do verão.

#### **4.5.4 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 7). Entretanto, apenas a silagem de capim-elefante submetido à adubação de 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino está na faixa desejável, levando-se em conta que em uma silagem de boa qualidade o pH deve variar de 3,8 a 4,2 (CARVALHO et al., 2008).

**Tabela 8.** Perdas na ensilagem de capim-elefante cortado aos 110 dias pós-plantio e pH da silagem na abertura (84 dias), em função da adubação orgânica com esterco bovino no plantio.

Item	Esterco bovino (ton.ha <sup>-1</sup> )				EP	P <i>Valor</i>
	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.

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, pois esta age contra a preservação com destruição do ácido lático, aumento do pH, diminuição do valor nutritivo pelo catabolismo de aminoácidos e produção de diversas substâncias voláteis, principalmente o ácido butírico (MCDONALD et al., 1991). Além de influenciar nas características sensoriais da silagem.

Silagem de capim-elefante adubado com 18 ton.ha<sup>-1</sup> de esterco bovino apresentou menor perda por efluente e perda total ( $P<0,05$ ) que sem adubação (Tabela 8). 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<sup>-1</sup> de esterco bovino já se apresentava baixo.

**Tabela 9.** Perdas na ensilagem de capim-elefante cortado aos 110 dias pós-plantio e pH da silagem na abertura (84 dias), em função da adubação orgânica com esterco bovino no plantio sem ou com adição de 10% de fubá de milho.

Item	Milho (%)	Esterco bovino (ton.ha <sup>-1</sup> )				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 <sup>1</sup>	0,88	0,79	
PT (%)		8,97	6,43	1,93	3,96	2,17	0,04 <sup>2</sup>	0,42	0,31	
pH da silagem		4,51	4,07	4,06	4,15	0,09	0,01	0,01	0,01 <sup>3</sup>	

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

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.

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 e Tamir (2014) o pH crítico à qual o crescimento de clostrídios e enterobactérias é inibido depende do teor de umidade e a temperatura. O material mais úmido propicia o pH ser crítico e valor mais baixo, ou seja, o pH requerido para a estabilidade da silagem em 150, 250, 350 e 450 g MS/kg 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, pois impede o escape de nutrientes altamente digestíveis via efluentes, reduzindo as perdas de matéria seca.

Monteiro et al. (2011) avaliaram 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).

Segundo Castro et al. (2006), as silagens que apresentam maior susceptibilidade à deterioração aeróbia foram àquelas ricas em carboidratos solúveis e amido, como as de milho, ou aquelas em que a fermentação foi restringida pelo uso de aditivos da forragem antes da ensilagem.

#### 4.6 CONCLUSÕES

Recomenda-se 18 ton.ha<sup>-1</sup> 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 foram eficientes na melhoria do padrão fermentativo da silagem de capim-elefante. Entretanto, cuidados adicionais devem ser tomados quanto ao manejo na ensilagem e pós-abertura do silo.

#### 4.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. V. H. 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. 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.

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. et al. Características agrônômicas 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.

CARNEIRO, M. S. S. et al. Efeito dos níveis de esterco fresco de bovinos no crescimento e produção de fitomassa do capim-elefante. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.26, n.1, p.58-62, 1995.

CARVALHO, G. G. P. et al. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurchecido 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. 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.

CHARÃO, O. S. et al. Valor nutritivo de pastagens de capim-elefante manejadas em sistema convencional e agroecológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1092-1098, 2008.

COSTA, M. B. B. **Adubação orgânica**: nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo: Ícone. 1986. 102p.

ESCOBAR, R. L.; BAIRD, G. B.; CROWDER, L. V. Fertilización de los pastos elefante, sorgo forrajero y sudán en de Departamento de Córdoba. **Agricultura Tropical**, Colômbia, v. 18, n.9, p.547-554, 1962.

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.

FOGEL, G. 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.

IGARASI, M. S. 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**, Viçosa, v. 37, n.3, p. 520-528, 2008.

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 estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 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. 256 p.

- MARÍN, O. L. Z. 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.
- MARTINS-COSTA, R. H. A. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3 p. 397-406, 2008.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2ªed. Marlow: Chalcomb Publisher, 1991. 340p.
- MONTEIRO, I. J. G. 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**, v.124, n.2, Amsterdam, 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. 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. P. 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. 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.
- TOWNSEND, C. R. et al. Valor nutritivo de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) sob condições de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, 121-126, 1995.
- YITBAREK M. B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, Florida, v.4, n.5, p.258-274, 2014.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

A presente dissertação de mestrado apresentou o estudo da aplicação de dois fertilizantes orgânicos (cama de aviário e esterco bovino) e suas influências sobre a produção de capim-elefante.

A cama de aviário aumentou de forma linear a altura de plantas do capim-elefante até 12 ton.ha<sup>-1</sup> da mesma e o número de plantas por hectare com valor máximo em 9,1 ton.ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, mas não alterou a produtividade. A adubação orgânica com cama de aviário não influenciou a qualidade da silagem produzida.

O esterco bovino em 18 ton.ha<sup>-1</sup> maximizou a produção de massa verde do capim-elefante no primeiro corte. A adubação com esterco bovino e 10% de fubá de milho foi eficiente na melhoria do padrão fermentativo da silagem de capim-elefante.

Constata-se que na comparação entre os dois fertilizantes utilizados, o que se apresenta como melhor alternativa para produtores em várias regiões do país é o esterco bovino, pela maior produtividade encontrada neste trabalho, disponibilidade em várias regiões e baixo custo de aquisição.

A contribuição deste trabalho no contexto de sustentabilidade é que a adubação orgânica com cama de frango e esterco bovino agrega vários pontos favoráveis, como utilizar resíduos, cujo descarte causaria impactos ambientais, e o maior tempo no processo de absorção dos nutrientes orgânicos envolvem decomposição e mineralização mais lenta destes. Assim, a adubação orgânica é uma fonte de nutrientes lenta e duradoura. Entretanto, há necessidade de cautela, pois doses maiores que neste estudo, por longo período, podem causar impactos negativos sobre o meio ambiente.

A silagem de capim-elefante deve utilizar aditivos para melhoria do padrão fermentativo. Entretanto, cuidados adicionais devem ser tomados quanto ao manejo na ensilagem e pós-abertura do silo como aqui tratado.

Entretanto, as considerações aqui tratadas são passíveis de estudos para sua ampliação. Há a necessidade de estudos para o impacto da adubação orgânica sobre o solo no decorrer de vários anos agrícolas e possível influência sobre as plantas forrageiras.