



UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA

ADUBAÇÃO DE CAPIM-ELEFANTE COM COMPOSTO ORGÂNICO
PRODUZIDO COM RESÍDUOS ANIMAIS

GRAZIELLA DE ANDRADE CARVALHO PEREIRA

SOBRAL – CE
ABRIL – 2016

GRAZIELLA DE ANDRADE CARVALHO PEREIRA

ADUBAÇÃO DE CAPIM-ELEFANTE COM COMPOSTO ORGÂNICO
PRODUZIDO COM RESÍDUOS ANIMAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Estadual Vale do Acaraú, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

ORIENTADOR:

PESQ. DR. ROBERTO CLÁUDIO FERNANDES FRANCO POMPEU

CO-ORIENTADOR:

PESQ. DR. HENRIQUE ANTUNES DE SOUZA

SOBRAL – CE
ABRIL – 2016

CIP - BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sistema de Bibliotecas

Pereira, Graziella de Andrade Carvalho

Adubação de capim-elefante com composto orgânico produzido com resíduos animais [recurso eletrônico] / Graziella de Andrade Carvalho Pereira. -- Sobral, 2016.

1 CD-ROM : il. ; 4 ³/₄ pol.

CD-ROM contendo o arquivo em formato pdf do trabalho acadêmico com 85 folhas.

Orientador: Pesq. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu.

Co-Orientador: Pesq. Dr. Henrique Antunes de Souza.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas / Mestrado em Zootecnia, 2016.

1. Capim-elefante 2. Composto orgânico 3. Ruminantes I. Título

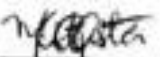
GRAZIELLA DE ANDRADE CARVALHO PEREIRA

**ADUBAÇÃO DE CAPIM-ELEFANTE COM COMPOSTO ORGÂNICO
PRODUZIDO COM RESÍDUOS ANIMAIS**


Dissertação defendida e aprovada em 04 / 04 / 2016 pela Comissão
Examinadora constituída por:




Dr. Henrique Arijunes de Souza
Embrapa Caprinos e Ovinos – EMBRAPA
(Coorientador/Examinador)



Dra. Mirjan Cristina Gomes Costa
Universidade Federal do Ceará – UFC
(Examinador)



Dr. Rafael Gonçalves Tonucci
Embrapa Caprinos e Ovinos – EMBRAPA
(Examinador)



Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Embrapa Caprinos e Ovinos – EMBRAPA
(Presidente)

À *Deus*, Pai Amoroso por traçar meus caminhos permitindo que eu chegasse até aqui e, principalmente, por jamais desistir de mim, mesmo quando eu mesma não acreditava.

Aos meus pais, *Antonio* e *Ione*, à minha irmã, *Anna Carolina*, a todos meus familiares e amigos, pelo amor, carinho e palavras certas nos momentos certos.

Aos meus afilhados *Pedro Arthur* e *Maria Cecília*, pela alegria que me passaram a cada sorriso.

Dedico

OFEREÇO

À minha “mamis” Dra. *Gynna Silva Azar*, que me colocou neste caminho, tendo grande contribuição para meu crescimento pessoal e profissional.

À minha família.

AGRADECIMENTOS

À *Deus*, infinitamente bom e justo, por ter me conduzido nesta jornada e me dado forças para vencer as dificuldades e obstáculos. Que o vosso nome seja bendito pelos benefícios que me concedestes; deles seria indigna se os atribuísse ao acaso dos acontecimentos ou ao meu próprio mérito.

Aos meus pais, *Antonio* e *Ione* que são base na minha vida, que me deram força, carinho e fizeram com que eu trilhasse esse caminho.

Às minhas avós *Iolita* e *Isabel* (mãe *Bezinha*) pelo carinho, amor, dedicação e orações direcionadas a mim.

À minha *família*, que sempre procurou me ajudar da melhor maneira possível, principalmente nos momentos mais difíceis, não me deixando desanimar nunca diante dos obstáculos.

Ao Dr. *Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu*, pela relevante orientação, paciência, confiança e oportunidade de aprendizado.

Ao Dr. *Henrique Antunes de Souza*, que não só foi um grande coorientador, mas foi um grande amigo, me deu oportunidade de crescer profissionalmente e aprender com seu exemplo de homem dinâmico, mas ao mesmo tempo de coração gigante. Não tenho palavras que expressem toda minha gratidão...

À Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) e à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

A *Joyce Sampaio* secretária da Coordenação do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Acadêmico em Zootecnia, que durante esse tempo sempre se mostrou disponível a resolver qualquer problema e que acabou tornando-se uma grande amiga.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Caprinos e Ovinos, pelas instalações para realização deste estudo.

Aos Laboratoristas da Embrapa *Liduína*, *Wagner*, *João Ricardo Furtado* e *Márcio Ponciono* por toda presteza e apoio técnico.

Ao setor de compostagem *Dr. Eduardo, Orlando, Francisco, Alex*, pelo apoio no fornecimento do composto orgânico.

À bibliotecária *Tânia Campêlo* da Embrapa Caprinos e Ovinos por toda a ajuda prestada nas pesquisas efetuada na referida biblioteca, bem como, pelas suas sugestões sobre onde encontrar determinadas informações e disponibilidade que sempre demonstrou.

Aos meus companheiros de mestrado pelo carinho, apoio, amizade, convivência e os bons momentos compartilhados.

A toda equipe de solos e forragem *Lucas, Ademir, Tibério, Ivanderlete e Abner* por toda ajuda prestada na execução e condução da pesquisa. Em especial as minhas amigas-irmãs *Anacláudia, Diana e Ivanderlete* que me deram o apoio emocional e incondicional para o êxito deste trabalho.

Ao meu anjo, *Fabrizia*, que foi um presente de Deus em minha vida.

Aos meus companheiros do Ap. 301, por todo carinho e momentos alegres.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram nesse período.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XIII
RESUMO GERAL.....	14
GENERAL ABSTRACT	15
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	16
CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. CAPIM-ELEFANTE.....	19
3. RESÍDUOS NA AGROPECUÁRIA	20
3.1 Compostagem.....	21
3.2 Utilização de composto orgânico proveniente da criação e abate de animais ..	22
4. EFEITOS DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO SOLO	24
4.1 Atributos físicos.....	24
4.2 Atributos Químicos.....	26
5. ESTADO NUTRICIONAL	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CAPÍTULO II - ATRIBUTOS FÍSICOS DE SOLO CULTIVADO COM CAPIM-ELEFANTE E SUBMETIDO A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO	34
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPÍTULO III - ADUBAÇÃO DE CAPIM-ELEFANTE COM COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO COM RESÍDUOS DA CRIAÇÃO E ABATE DE PEQUENOS RUMINANTES	52
RESUMO	53
ABSTRACT	54
1. INTRODUÇÃO	55
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
3.1 Química do solo	60
3.2 Estado nutricional	71
3.3 Produção de capim-elefante.....	76

4. CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Atributos químicos e granulométricos do solo coletado na área experimental.	39
Tabela 2 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para atributos físicos do solo em função de doses de composto orgânico e ciclos de corte em capim-elefante na camada 0,0 – 0,025 m de profundidade.	42
Tabela 3 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para atributos físicos do solo em função de doses do composto orgânico e ciclos de corte em capim-elefante na camada 0,025 – 0,050 m de profundidade.	42
Tabela 4 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para atributos físicos do solo em função de doses do composto orgânico e adubo mineral e ciclos de corte em capim-elefante na camada 0,050 – 0,10 m de profundidade.	43
Tabela 5 - Valores médios e análise de contraste para atributos físicos do solo em função de doses do composto orgânico e adubo mineral sob o cultivo do capim-elefante nas camadas de 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050 e 0,050 – 0,10 m de profundidade.	47

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Atributos químicos e granulométricos do solo coletado na área experimental.	58
Tabela 2 - Valores médios dos atributos químicos do composto.	58
Tabela 3 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0 - 0,20 m.	62
Tabela 4 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0,20 – 0,40 m de profundidade.	68
Tabela 5 - Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para teor de nutrientes na folha diagnóstica do capim elefante cv. Cameroon em função de doses do composto orgânico.	72
Tabela 6 - Valores médios e análise de contraste para teor de nutrientes na folha diagnóstica de capim elefante em função de doses do composto orgânico e adubação mineral.	76
Tabela 7 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para a biomassa de forragem total do capim-elefante em função de doses do composto orgânico.	77
Tabela 8 - Valores médios e análise de contraste para a produtividade de capim-elefante em função de doses do composto orgânico e adubação mineral.	79

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1 - Médias quinzenais da umidade relativa do ar, precipitação e temperatura durante o período experimental dividido em quatro ciclos. 38

CAPÍTULO III

Figura 1 - Médias quinzenais da umidade relativa do ar, precipitação e temperatura durante o período experimental dividido em quatro ciclos. 57

Figura 2 - Concentração de nitrato, amônio e nitrogênio inorgânico ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$) em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0 – 0,20 m de profundidade. ** Significativo a 5% 63

Figura 3 - Valores de matéria orgânica (a), fósforo (b), acidez potencial (c), saturação por bases (d), boro (e), ferro (f) e zinco (g) em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0 – 0,20 m de profundidade. ** Significativo 64

Figura 4 - Valores de pH (a), acidez potencial (b), saturação por base (c) e sódio (d) em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0,20 - 0,40 m de profundidade. 70

Figura 5 - Concentração de nitrogênio (a) e fósforo (b) na folha diagnóstica do capim elefante em função de doses do composto orgânico. ** - significativo a 1%. 74

Figura 6 - Concentração fósforo (b) na folha diagnóstica do capim elefante em função de doses do composto orgânico. ** - significativo a 1%. 75

Figura 7 - Efeito das interações entre doses do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes e os ciclos sobre os componentes de biomassa de forragem total (BFT). 78

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Al(OH)₂: hidróxido de alumínio
Al: alumínio
B: boro
BFT- biomassa de forragem total
Ca: cálcio
cm: centímetro
CO₂: dióxido de carbono
CTC: capacidade de troca catiônica
Cu: cobre
CV: coeficiente de variação
ERUA: eficiência relativa do uso da água
Fe(OH)₂: hidróxido de ferro
Fe: ferro
H+Al: acidez potencial
Kg dm⁻³: quilograma por decímetro cúbico
Kg kg⁻¹: quilograma por quilograma
g dm⁻³: grama por decímetro cúbico
K: potássio
Kgf cm⁻²: quilogramas força por centímetro quadrado
M.O.: matéria orgânica
mil t ano: mil toneladas por ano
mm dia⁻¹: milímetro por dia
mm: milímetro
m³ m⁻³: metro cúbico por metro cúbico
mmol_c dm⁻³: milimol de carga por decímetro cúbico
mg kg⁻¹: miligrama por quilograma
Mg: magnésio
Mn: manganês
N- nitrogênio
Na: sódio
Nin- nitrogênio inorgânico
NO₃⁻ - nitrato
NH₄⁺ amônio
P: fósforo
pH: potencial hidrogeniônico
PST: porcentagem de sódio trocável
PT: porosidade total
Relação C/N: relação carbono/nitrogênio
S: enxofre
S-SO₄²⁻: sulfato
t ha⁻¹: toneladas por hectare
t ha ano⁻¹: toneladas por hectare por ano
V: saturação por bases
Zn: zinco

RESUMO GERAL

A utilização do composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes pode elevar a produção de matéria seca do capim-elefante, tendo em vista o teor de nutrientes contidos nesse fertilizante orgânico, diminuindo os impactos da produção animal sobre o ambiente e reduzindo os custos de produção na área de capineira de capim-elefante. Dada à escassez de informações na literatura e a importância do manejo adequado da adubação orgânica na agropecuária, objetivou-se avaliar os atributos químicos e físicos do solo, o estado nutricional e a produção do capim-elefante submetido à aplicação de doses do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes. O delineamento experimental adotado foi em parcelas subdivididas, com medidas repetidas no tempo, sendo as parcelas as doses (0; 13,3; 26,6; 39,9; 52,3; 79,8 t ha⁻¹) de composto orgânico e um tratamento adicional com adubos minerais e as subparcelas os ciclos (1, 2, 3 e 4) com 4 blocos, totalizando 28 parcelas. As variáveis mensuradas foram atributos físicos e químicos do solo, a diagnose foliar e a produtividade de capim-elefante. Para o fator ciclo, a adubação orgânica incrementou a umidade gravimétrica e umidade volumétrica e ainda houve diminuição da densidade de partículas em função dos ciclos. Com as doses do fertilizante orgânico houve aumento nas concentrações da matéria orgânica, amônio, nitrato, amônio + nitrato, fósforo e saturação por base; houve redução do valor da acidez potencial, além da elevação dos teores de nitrogênio e fósforo nas plantas. As doses de composto orgânico aumentaram a biomassa de forragem total de capim-elefante. A adubação mineral proporcionou maior incremento da produção do capim em relação à adubação orgânica no decorrer dos ciclos.

Palavras – chave: adubação orgânica, compostagem, *Pennisetum purpureum*

GENERAL ABSTRACT

The use of organic compost from residues of production and slaughter of small ruminants can increase dry matter production of elephant grass, in due function of quantity nutrients in this compost, thus reducing the animal production impacts in the environment and production costs in elephant grass fields. Due to the Lack of information in literature and the importance regarding organic fertilization in agriculture, the aim of this work was evaluate chemical and physical soil attributes, nutritional status in plants and production of elephant grass in function of doses of organic compound of residues of production and slaughter of small ruminants. The experimental design was in split-plot, with the main treatment the doses (0; 13,3; 26,6; 39,9; 52,3; 79,8 t ha⁻¹) of organic compost and one additional treatment with mineral fertilization and secondary treatments was the cycles (1, 2, 3 and 4) with 4 blocks, and 28 plots. The measured variables were physical and chemical attributes in the soil, nutritional diagnosis in plants and production of elephant grass. For cycle factor the organic fertilization increased gravimetric and volumetric humidity, yet, occurred decrease of density in function of cycles. With the doses of organic compost increased organic matter, ammonium, nitrate, ammonium + nitrate, phosphor and base saturation; and decreased the value of potential acidity; and increased content of N and P in plants. The doses of organic compost increased the elephant grass production. The mineral fertilization increased the elephant grass production in relation of organic fertilization over the cycles.

Key Words: Organic fertilization; composting process; *Pennisetum purpureum*

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A caprinocultura e a ovinocultura tem alcançado elevada importância no cenário agropecuário nacional devido à adaptabilidade dos animais a condições edafoclimáticas adversas, principalmente em regiões áridas, e vem representando uma importante fonte de proteína para grande número de famílias no semiárido brasileiro. Essa região, por sua vez, destaca-se na geração de resíduos da criação e abate destes animais, cujos principais produtores pertencem à agricultura familiar. Com isso, tem sido crescente a preocupação à destinação dos animais mortos por doenças e dos rejeitos gerados no abate.

Em virtude de uma maior consciência ambiental, atrelada aos impactos da produção animal sobre o ambiente e à necessidade de insumos com menor preço no mercado, a atenção de pesquisadores e de produtores rurais tem se direcionado para a utilização de adubos orgânicos obtidos a partir de fontes disponíveis nas propriedades rurais.

O emprego de carcaças oriundas do abate de ruminantes para produção de farinha de carne e ossos e fabricação de ração para ruminantes foi proibido pelo Ministério da Agricultura por meio da Instrução Normativa nº 8, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2004), limitando assim as alternativas de uso deste material. No entanto, através do processo de compostagem, os resíduos da atividade de produção de caprinos e ovinos podem ser reintroduzidos na agropecuária, possibilitando seu emprego como adubo orgânico com bom potencial de uso em capineiras desde que haja incorporação do produto, visto que sua utilização poderá contribuir para melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo. Dentre as capineiras destaca-se o capim-elefante, devido a sua qualidade, vigor, aceitabilidade, persistência e elevada quantidade de matéria seca produzida por unidade de área.

Assim, torna-se necessário o conhecimento das modificações nos atributos químicos e físicos do solo, no estado nutricional e na produtividade do capim-elefante adubado com resíduos proveniente da produção e abate de pequenos ruminantes, como subsídio indispensável para a produção agrícola em bases sustentáveis, sem comprometer a qualidade do ambiente.

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO

No Brasil existem mais de 25,4 milhões de caprinos e ovinos (ANUALPEC, 2014) e, em particular, a região Nordeste do país responde pelo maior número de cabeças, com participação superior a 90% para caprinos e 60% para ovinos, sendo esta uma das principais atividades agropecuárias da região, especialmente para a agricultura familiar (SOUZA et al., 2012).

Como nas demais atividades agropecuárias, a caprinocultura e ovinocultura são geradoras de resíduos que, se bem manejados, poderão tornar-se não apenas uma importante fonte de renda e agregação de valor à atividade, mas também um modelo de produção sustentável que vem se tornando cada vez mais uma exigência de mercado. Para tanto, é necessário que haja a adoção de um sistema de tratamento desses resíduos a fim de evitar possíveis contaminações do ambiente (ANGONESE et al., 2006).

A compostagem é uma alternativa interessante para minimizar os impactos ambientais, com possibilidade de geração de fertilizante orgânico rico em macro e micronutrientes podendo ser introduzido no sistema de produção de volumosos, podendo ser utilizada em substituição ou com complementação de adubos minerais, o qual pode contribuir para ciclagem de nutrientes. Dentre os nutrientes destaca-se o nitrogênio, um dos mais demandados pelas forrageiras por se tratar de um elemento essencial à planta devido sua participação em processos metabólicos.

O uso de resíduos de origem animal como fertilizantes é vedado pelo Ministério da Agricultura para emprego em culturas folhosas, tubérculos e raízes, limitando seu uso. Porém, adubo orgânico oriundo de resíduos de origem animal pode ser utilizado em culturas forrageiras para pastejo, desde que a área seja vedada por 40 dias e em capineiras desde que haja incorporação do produto para culturas anuais, mas não para perenes (BRASIL, 2009). Em alguns trabalhos com o composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de caprinos e ovinos foi verificada possibilidade de emprego deste material como substrato na produção de mudas (PRIMO et al., 2014) e na produção de grãos (SOUZA et al., 2015).

Para que possa ser mantido o sistema de produção de pequenos ruminantes é necessária a utilização de gramíneas bem adaptadas às condições edafoclimáticas da região e que tenha bom potencial de produção de forragem. Dentre as gramíneas utilizadas no Brasil, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) se destaca em função do seu elevado potencial de produção de matéria seca, aceitabilidade, qualidade

(PEREIRA et al., 2010), alta eficiência fotossintética (ALENCAR et al., 2010) e boa resposta às adubações nitrogenada e fosfatada (COSTA et al., 2006).

A formação de capineiras é quase sempre relegada às terras de baixa fertilidade, resultando no desenvolvimento lento das gramíneas e, na maioria dos casos, apenas corta-se o capim sem fazer a reposição de nutrientes. Surge então, a necessidade de aumentar a produtividade dessas capineiras, o que requer a aplicação de fertilizantes.

Deste modo, a utilização do composto orgânico produzido a partir de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes pode contribuir para a recuperação do solo e para a produtividade das capineiras, colaborando para a ciclagem de nutrientes em sistemas agropecuários.

Diante do exposto, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os atributos químicos e físicos do solo, o estado nutricional e a produção do capim-elefante submetido à aplicação de doses do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes.

2. CAPIM-ELEFANTE

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de origem africana pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, gênero *Pennisetum*, espécie *P. purpureum*, Schumacher e seção Penicillaria (PEREIRA et al., 2001). Foi introduzido no Brasil entre 1920 e 1921 a partir de mudas trazidas dos Estados Unidos e de Cuba (CAVALCANTE; LIRA, 2010). É considerada uma das gramíneas mais difundidas e mais importantes das regiões subtropicais e tropicais do mundo, devido a sua qualidade, vigor, aceitabilidade, persistência (PEREIRA et al., 2010), elevada quantidade de matéria seca produzida por unidade de área (SANTOS et al., 2010). Por ser adaptada às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil, tem sido muito utilizada por produtores rurais (LIMA et al., 2008).

A espécie *Pennisetum purpureum* tem seu cultivo desde a década de 70, sendo utilizada para o pastejo, capineira e forragem conservada (silagem ou feno) (ALMEIDA et al., 2004). A capineira constitui a forma mais comum de utilização, apresentando como vantagem o maior aproveitamento da forragem disponível (PEREIRA et al., 2010).

De acordo com Alencar et al. (2010) dentre as espécies com metabolismo C₄ o capim-elefante apresenta elevada eficiência fotossintética e do uso da água, suporta

bem a queimadas; porém, não apresenta resistência ou tolerância a geadas e a solos com baixo pH e alto teor de alumínio. Desenvolve-se melhor em solos com grande capacidade de retenção de umidade e com textura variável. É exigente em relação ao nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (VILELA, 2005). Se bem manejado mostra elevado rendimento de biomassa, chegando a produzir 30 – 40 t ha⁻¹ ano⁻¹ (SARAIVA; KONIG, 2013).

A diferença de produtividade de massa seca por hectare pode ser muito influenciada pela quantidade de nutrientes contidos no solo, com principal destaque para o nitrogênio, um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade e o que mais limita o crescimento (SARAIVA; KONIG, 2013). Vale ressaltar que para o N apresentar o efeito esperado, é necessário que outros nutrientes estejam presentes no solo de forma equilibrada (COSTA et al. 2006).

Parente et al. (2012), estudando a produção de biomassa de forragem verde de capim-elefante submetidos a três adubos orgânicos (caprino, bovino e suíno), evidenciaram que a adubação orgânica incrementou a produção de biomassa de forragem verde. Costa et al. (2008), avaliando a eficiência da adubação com esterco de bubalinos e bovinos aplicado à capineira de capim-elefante, observaram que houve incremento na produção de matéria seca de 52 e 54 t ha⁻¹ do esterco bovinos e bubalinos, respectivamente. Grewehr et al. (2010) avaliando a utilização do capim-elefante como matéria-prima para cama de aviários de frangos de corte, recomendaram dose de 240 kg de nitrogênio proveniente da cama de aviário para se obter a produção de 50 t ha⁻¹.

3. RESÍDUOS NA AGROPECUÁRIA

As atividades agropecuárias geram grandes quantidades de resíduos como dejetos e carcaças de animais. Esses resíduos, em alguns casos, podem provocar sérios problemas de poluição. Atualmente há preocupação por parte das instituições públicas e privadas na busca de alternativas que possam diminuir o efeito negativo dos resíduos produzidos pelos sistemas agropecuários. No entanto, o aproveitamento de resíduo vegetal e animal pode ser realizado através de um processamento denominado compostagem, em pequena, média e grande escala desde que não causem distúrbios ao meio ambiente e à saúde pública.

3.1 Compostagem

A compostagem é uma forma prática de fazer o aproveitamento a baixo custo de resíduos biodegradáveis (CARVALHO, 2009). Consiste em um processo exotérmico aeróbico em que resíduos orgânicos de diferentes origens (vegetal, animal e resíduos sólidos) são transformados em materiais relativamente estáveis (INÁCIO; MILLER, 2009). O processo de compostagem geralmente requer a mistura de materiais com elevadas relações C:N, como restos de palhadas e serragem, com materiais ricos em N, como esterco e carcaças de animais (LEAL et al., 2013). Segundo Leal et al. (2007), a viabilidade econômica para a obtenção de adubos orgânicos e substratos através da compostagem está intimamente relacionada à utilização de matérias-primas abundantes, de custo competitivo e com reduzidos níveis de contaminação química e biológica.

A compostagem preparada a partir de resíduos oriundos das mais diversas cadeias produtivas vem sendo utilizada de forma crescente como ferramenta para reduzir o déficit de fertilizantes na agricultura (SANTOS et al., 2014). O dimensionamento do processo de compostagem deve ser realizado de forma que as características do produto final, tais como pH, teor de N, teor de carbono orgânico (C-orgânico) e relação C/N, estejam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para fertilizantes orgânicos, com base na Instrução Normativa nº 25 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009). Com isso, o composto orgânico agirá tanto na fertilização do solo, como na redução dos impactos ecológicos provocados por sua acumulação no ambiente, sendo alternativa economicamente viável e, se bem conduzida, ambientalmente correta (ARAÚJO et al., 2011).

Para obtenção de um composto com boas características, é necessário controlar a temperatura, umidade, pH, oxigênio e o espaçamento entre partículas (CASTILLO et al., 2008). Quando bem controlado, o processo da compostagem reduz a umidade, o peso, o volume dos resíduos e conduz a um produto estabilizado, armazenável e utilizável em solos agrícolas (KIEHL, 2010). Ao ser aplicável no solo, o composto pode melhorar a infiltração e retenção de água, diminuir as variações de temperatura, reduzir a erosão, melhorar a sanidade das culturas, ao favorecer um controle natural das pragas, e fornecer nutrientes para o crescimento das plantas (PEREIRA, et al., 2013).

Os resíduos orgânicos sofrem transformações metabólicas desde que fornecidas às condições de umidade e aeração necessárias para proliferação de microrganismos como bactérias, fungos e protozoários, que utilizam como fonte de energia a matéria orgânica

in natura para a decomposição desses resíduos (DOMINGUEZ et al., 2010). Como resultado da digestão da matéria orgânica por esses organismos, ocorre a liberação de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio se transformando em nutrientes minerais (ORRICO et al., 2010), ou seja, esses elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas num processo conhecido como mineralização.

Segundo ORRICO et al. (2007), a matéria orgânica é fonte de nutrientes, pois, durante o processo de decomposição, vários elementos vão sendo liberados, principalmente o N, S e P. Contudo esta liberação geralmente não supre a necessidade das plantas a menos que seja aplicada em grande quantidade.

A matéria orgânica oriunda do processo de compostagem pode aumentar a retenção de água nos solos e é responsável, em grande parte, pelo aumento da CTC do solo e diminuição na adsorção do P, aumentando sua disponibilidade. A maioria dos microrganismos associados à M.O. é benéfica às plantas, exercendo importantes funções, mantendo o solo em estado de constante dinamismo (KIEHL, 2010).

3.2 Utilização de composto orgânico proveniente da criação e abate de animais

As criações de caprinos e ovinos possuem em média, aproximadamente 17 milhões de animais apenas na Região Nordeste (NOGUEIRA et al., 2010). A geração de resíduos da criação e de abatedouros é estimada em aproximadamente 60 mil t ano⁻¹, justificando o uso de práticas de tratamento e reaproveitamento destes dejetos (AMORIM et al., 2004). Segundo Adame (2014), os resíduos quando bem manejados podem ser transformados em fonte de renda importante, adicionar valor à atividade e conferir a ela um modelo de produção sustentável que vem sendo cada vez mais requerido na produção animal. Tal circunstância também possibilita maior visibilidade aos atributos do composto orgânico proveniente dos resíduos da atividade, o que demonstra seu alto potencial para conversão em insumos agrícolas deixando de ser um passivo ambiental, e possibilitando seu emprego como fertilizante (SOUZA et al., 2012).

A compostagem tem sido utilizada em várias partes do mundo por ser considerada uma boa alternativa para a destinação de animais mortos, atendendo plenamente a crescente demanda por fertilizantes orgânicos (LAOS et al., 2002). O número de granjas

de aves e de suínos que emprega esse processo no Brasil tem aumentado nos últimos anos e há estudos utilizando essa forma de disposição de animais mortos na piscicultura (ARAÚJO et al., 2011), como também na ovinocultura e caprinocultura (SOUZA et al., 2015).

O crescimento da utilização de compostos na agricultura faz com que apareçam cada vez mais comparações entre os adubos minerais e orgânicos. Souza et al. (2015) avaliaram a dose mais econômica do composto orgânico na cultura do milho e calcularam o índice de eficiência agrônômica do composto em relação a fertilizante mineral. Os autores evidenciaram que o milho cultivado em condições de sequeiro em Luvissolo Hálico é responsivo à aplicação do composto orgânico oriundo de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes, bem como à adubação nitrogenada. O índice de eficiência agrônômica do composto orgânico em relação à ureia foi de 50,2%.

De acordo com Kiehl (2010) a quantidade de nutrientes de um fertilizante orgânico é de cinco a dez vezes menor do que num fertilizante mineral. Do ponto de vista da fertilidade do solo e da nutrição das plantas, estes fertilizantes fornecem nutrientes e melhoram outros atributos químicos relacionados à acidez, ao aumento do teor de matéria orgânica (M.O.), melhorando a CTC do solo e potencializando a absorção de nutrientes, podendo ser refletido numa maior produtividade. Há também efeito do composto orgânico em atributos físicos do solo, quase todos associados à melhora da estrutura que acompanha o aumento do teor de matéria orgânica.

Adame (2014) avaliando os efeitos da aplicação do composto de peixes nos atributos químicos do solo e na massa seca de componentes morfológicos de capim-marandu, evidenciou melhoria nos atributos químicos do solo, as características avaliadas na planta e aumentou a massa seca de forragem de capim marandu.

Araújo et al. (2011), em experimento em Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, utilizaram dois compostos de resíduos de peixe em doses equivalentes a 50; 5 e 100% da dose recomendada (17 t ha^{-1} para o composto com casca de arroz e 4 t ha^{-1} para o com casca de acácia) e, verificaram que houve influência na altura e no número de nós na cultura do feijão-comum, sendo o tratamento de 75% da dose recomendada o que resultou em melhor desenvolvimento das plantas, independente do composto utilizado.

Meneses (2015) avaliando as características morfofisiológicas de *Pennisetum purpureum* cv Cameroon irrigado e submetido a doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes, observou que o

capim-elefante respondeu de maneira positiva sobre as variáveis condutância estomática, taxa de fotossíntese foliar, índice relativo de clorofila e taxa de produção de forragem à aplicação do composto estudado. Pereira (2014) estudando o processo de mineralização de N do composto orgânico, produzido a partir de carcaças e despojos de abate de ovinos e caprinos, durante a incubação de diferentes doses do composto, verificou que o N mineralizado do composto orgânico foi perdido por volatilização nas condições pH do solo próximo de 7, elevada umidade e temperatura.

Primo et al. (2014) avaliando os efeitos do uso do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de caprinos e ovinos no crescimento de mudas de gliricídia, observaram que o composto orgânico incrementou as variáveis diâmetro e relação da massa seca de parte aérea/raiz em quantidades crescentes em substrato.

4. EFEITOS DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO SOLO

Os efeitos decorrentes da aplicação de composto orgânico no solo variam de acordo com as características químicas e físicas do solo, do tipo de solo, das condições climáticas, da cultura explorada e da frequência das aplicações (CASADO-VELA et al., 2006).

4.1 Atributos físicos

Os atributos físicos permitem o monitoramento do solo pela determinação da densidade do solo, densidade de partícula, umidade (volumétrica e gravimétrica) e porosidade total (LEBRON, 2002).

A densidade do solo pode ser definida como a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 110° C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e poros. A densidade do solo, geralmente, aumenta com a profundidade do perfil, pois as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes provocam o fenômeno de compactação, reduzindo a porosidade. A movimentação de material fino nos horizontes superiores para inferiores, por eluviação, também concorre para reduzir os espaços porosos e aumentar a densidade dessas camadas (FERREIRA, 2010).

Por densidade de partícula entende-se como a relação existente entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas (FERREIRA, 2010).

Por porosidade de um solo pode ser definida como o volume de vazios ou, ainda, o espaço do solo não ocupado pela matrix (conjuntos dos componentes orgânicos e inorgânicos). Esta é a relação entre a proporção de espaços que podem ser ocupados por líquidos e ar em relação ao espaço ocupado pela massa de solo (FERREIRA, 2010).

A densidade do solo e a porosidade total são variáveis dependentes e inversamente proporcionais. O aumento da densidade do solo restringe o crescimento radicular à medida que a raiz encontra poros menores e em menor número (PEDROTTI et al., 2003).

O uso de adubos orgânicos é uma prática que tem sido adotada em diversas culturas. Eles agem como condicionadores do solo, principalmente, pela presença de matéria orgânica, melhorando agregação das partículas do solo e conseqüente diminuição da densidade, aumento na aeração e retenção de água (MELLO; MARQUES, 2000).

Silva et al. (2004) afirmam que a manutenção da matéria orgânica no solo é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento da sustentabilidade nas regiões semiáridas. De acordo com os mesmos autores, a aplicação de matéria orgânica no solo tem efeito positivo no suprimento de nutrientes e no aumento da retenção de umidade no perfil do solo, devido a seu acentuado caráter hidrofílico e a sua atuação como agente cimentante na formação de agregados.

Os resultados da influência da aplicação de resíduos nos atributos do solo têm sido divergentes. Battacharyya et al. (2007), ao final de oito anos de aplicação de esterco de curral+NPK, observaram diminuição na densidade do solo, de 1,36 kg dm⁻³ para 1,32 kg dm⁻³ na camada de 0,00 – 0,15 m com a aplicação do adubo orgânico químico. Já Camilotti et al. (2006) verificaram que a porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade do solo e de partículas não foram alteradas com a aplicação de lodo de esgoto e/ou vinhaça em todas as camadas estudadas em um Latossolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar.

Melo et al. (2004), em estudo com lodo de esgoto em um Latossolo Vermelho distrófico, textura média (LVd) e Latossolo Vermelho eutrófico argiloso (LVef), observaram que a densidade do solo diminuiu significativamente apenas na dose de 50 t ha⁻¹ de lodo no LVd, na camada de 0,00 – 0,10 m. Já no LVef não observaram alterações na densidade do solo com a adição de até 50 t ha⁻¹ de lodo, por causa da mineralogia oxidica que confere a esse solo uma melhor estrutura natural, concluindo também que os efeitos do lodo de esgoto nos atributos físicos do solo dependem do tipo

de solo e quantidade aplicada. Passarin et al. (2007) verificaram que a aplicação de 0, 150, 300, 450 e 600 m³ ha⁻¹ de vinhaça não alteraram a agregação de um Latossolo Vermelho.

4.2 Atributos Químicos

O conteúdo de matéria orgânica do solo é o resultado do balanço entre os processos de adição de material orgânico de origem animal ou vegetal e perda por meio da decomposição desses materiais pelos microrganismos. Nas condições de clima tropical, com predominância de altas temperaturas e umidade, é grande a produção de biomassa e, conseqüentemente, a adição de M.O.S. Porém, a velocidade de mineralização também é grande (TOMÉ Jr., 1997).

A mineralização do N orgânico do composto é dependente de vários fatores, incluindo a relação C/N do material de origem, das condições de compostagem, maturidade do composto, tempo de aplicação, qualidade do composto, além da textura do solo (HARGREAVES et al., 2008). O pH influencia as transformações do N no solo e a nitrificação é favorecida na faixa de pH de 5,5 a 10 (MANTOVANI et al., 2006).

Dentre os indicadores químicos destacam-se a capacidade de troca de cátions, o pH, a saturação de bases, acidez potencial, matéria orgânica, macronutrientes e micronutrientes (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Segundo Souza et al. (2012), a utilização do composto orgânico oriundo de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes pode resultar em alterações nas propriedades químicas do solo, influenciando, de maneira positiva, na fertilidade.

O composto produzido a partir de carcaças de animais apresenta em sua composição N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, sendo todos esses nutrientes essenciais às plantas (MALAVOLTA, 2006). A concentração dos nutrientes nos compostos produzidos a partir de restos de animais depende dos outros materiais que são utilizados na compostagem e das condições climáticas. Mas, de modo geral, são ricos em N, P, K e S (ARAÚJO et al., 2011).

A aplicação do composto ao solo tem propiciado elevação da matéria orgânica, do pH e da capacidade de troca de cátions (NACIMENTO et al., 2004) e dos teores de fósforo (SIMONETE et al., 2003), além de reduzir a acidez potencial (SOUZA et al., 2012).

Os cátions como K, Ca e Mg, normalmente ocorrem em menor quantidade que as cargas negativas, sendo responsáveis pela adsorção de ânions e são sempre dependentes

do pH, aumentando à medida que este diminui (CONCEIÇÃO et al., 2005). De acordo com Ciotta et al. (2003), a troca de cátions é um dos fenômenos mais importantes do solo e tem influência sobre grande quantidade de suas propriedades. Os cátions trocáveis influenciam na estrutura, na atividade biológica, na reação e nos processos de gênese dos solos (MANTOVANI et al., 2006). Nesses solos, a manutenção ou o aumento dos teores de matéria orgânica é fundamental para o aumento da retenção de nutrientes e, conseqüente, diminuição de perdas por lixiviação (CASTRO FILHO, 2002). Segundo o autor, a saturação por bases, é definida como a proporção da CTC do solo ocupada por bases trocáveis, que são K, Ca, Mg e Na. No que diz respeito à produtividade, as forrageiras gramíneas mais exigentes em fertilidade do solo necessitam que a saturação por bases para a formação e a manutenção seja de 70 e 60%, respectivamente (WERNER et al., 1996).

O efeito do acúmulo excessivo de P disponível no solo pode produzir deficiências de Zn em algumas culturas, enquanto os excessos de K e Na, na forma trocável podem causar a desagregação e diminuir a estabilidade dos agregados do solo.

Em relação aos micronutrientes, a formação de complexos com compostos orgânicos reduz a possibilidade da precipitação como óxidos no solo. Dessa forma, a complexação (quelação) de Zn e Cu, entre outros, por ácidos orgânicos de baixo peso molecular aumenta a sua disponibilidade, pois o quelato torna-se uma forma de depósito desses elementos (SILVA et al., 1997).

Queiroz et al. (2004) obtiveram aumentos na disponibilidade de P, K, Na e Zn, diminuição de Cu e Mg e manutenção na disponibilidade de Ca com a aplicação de esterco líquido de suínos. Ceretta et al. (2003), também utilizando esterco líquido de suínos, observaram elevação nos teores de P, Ca e Mg, e redução do Al em área sob pastagem natural.

Souza et al. (2012), estudando a aplicação de doses do composto de carcaça e despojo do abate de caprinos e ovinos nos atributos químicos de um Latossolo, em condições controladas, obtiveram aumento do pH, M.O., P, K, Ca, Mg, SB, T, V, B, e $S-SO_4^{2-}$, bem como diminuição da $H+Al$; Fe; Mn e Al em função do incremento das doses do composto orgânico. Os resultados evidenciaram os benefícios potenciais da aplicação do composto para a fertilidade do solo, podendo-se inferir que sua aplicação traz vantagens aos sistemas agrícolas.

Wagner; Chueiri (2007), estudando o uso de lodo de esgoto alcalinizado (pH 11,7) na cultura do trigo, verificaram que após 20 dias de sua aplicação ao solo, o pH elevou-

se acima da neutralidade; a saturação por bases, a capacidade de troca de cátions e os teores de P, K, Ca, Cu e Zn aumentaram e os teores de Mn e H + Al diminuíram.

5. ESTADO NUTRICIONAL

O estado nutricional de uma planta é bem refletido pelo teor de nutrientes minerais nas folhas de forma mais evidente do que em outros órgãos e assim, a análise foliar pode ser utilizada como uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional das plantas (ESPELHO et al., 2007). Além disso, a análise foliar tem sido bastante útil nas recomendações de adubação, devido ao fato do teor do nutriente na planta ser resultante da ação e interação de fatores que afetam a sua disponibilidade no solo e na absorção pela planta (PORTZ et al., 2006).

De forma geral, as culturas apresentam suas necessidades nutricionais que representam as quantidades de macro e micronutrientes que as plantas retiram do solo, ao longo do cultivo para atender a todas as fases de desenvolvimento, expressando em colheitas adequadas (máximas econômicas) (PRADO, 2008). O acúmulo de um nutriente é dependente do teor deste no tecido e, principalmente, da produção de massa seca (AMARAL et al., 2012).

Variações nos fatores ambientais como temperatura e umidade do solo podem afetar consideravelmente o conteúdo de nutrientes minerais nas folhas. Esses fatores influenciam tanto a disponibilidade dos nutrientes como a absorção destes pelas raízes e, conseqüentemente, o crescimento da parte aérea (MALAVOLTA, 2006).

Deste modo, a utilização do composto produzido a partir da produção e abate de pequenos ruminantes pode contribuir para recuperação do solo e da produtividade da capineira, pois o material é fonte de nutrientes, do qual pode resultar aumento do teor de matéria orgânica, com todos os benefícios que podem ser associados a ele, aumento da CTC do solo e do teor de N orgânico, e melhora da estrutura do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAME, C.R. **Utilização de composto orgânico de peixe em adubação de capim-marandu**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, 2014.

ALENCAR, C.A.B.; OLIVEIRA, R.A.; CÓSER, A.C.; et al. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.48-58, 2010 a.

AMARAL, C.S.; SILVA, E.B.; AMARAL, W.G. et al. Crescimento de *Brachiaria brizantha* pela adubação mineral e orgânica em rejeito estéril da mineração de quartzito. **Bioscience Journal**, v. 28, Supplement 1, p. 130-141, Mar. 2012.

ALMEIDA, J. ; COSTA, B.M.; PAIVA, J.A.J. et al. Avaliação de fenos de campilefante cv. Roxo. **Revista Bahia Agrícola**, v. 6, n.3, p. 67-71. 2004

AMORIM, A.C.; LUCAS JÚNIOR, J.; RESENDE, K.T. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.16-24, 2004.

ANGONESE, A.R.; CAMPOS, A.T.; ZACARKIM, C.E.; et al. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.745-750, 2006.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p. 318, 2014.

ARAÚJO, F.B.; SANES, F.S.M.; STRASSBURGUER, A.S. et al. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n.2, p. 1-5, 2011.

BHATTACHARYYA, R.; CHANDRA, S.; SINGH, R.D. et al. Long-term farmyard manure application effects on properties of a silty clay loam under irrigated wheat-soybean rotation. **Soil e Tillage Research**, v. 94, n.2, p.386-396, 2007.

BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In Moniz, A.C. et al. (Ed.) *Plant soil interactions at low pH*. **Brazilian Soil Science Society**, p.75-95, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 25 de março de 2004. Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 5, 14 jul. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa N° 25, de 23 de julho de 2009. Aprova normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 20, 28 jul. 2009.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M. O. et al. Atributos físicos de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar após aplicações de lodo de esgoto e vinhaça. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.3, p. 738-747, 2006.

CARVALHO, R.M.S., **Estudo da possibilidade de utilização de resíduos de origem agropecuária compostados, em substituição de turfa, na produção de viveiros hortícolas**. Ano 2009. P. 77. (tese) Doutorado em Engenharia Agrícola. Instituto Superior de Agronomia. 2009.

CASTILHOS, R.M.V.; et al. Distribuição e caracterização de substâncias húmicas em vermicompostos de origem animal e vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 2669-2675, 2008.

- CASTRO FILHO, C. **Atributos do solo avaliados pelos seus agregados**. In: MORAES, M.E.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J.S.S. Qualidade física do solo: Métodos de estudo – sistema de preparo e manejo do solo. Jaboticabal, Funep, 2002. 225p.
- CAVALCANTE, M.; LIRA, M. A. Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. **Revista Caatinga**, v.23, n.2, p.153-163, 2010.
- CASADO-VELA, J.; SELLÉS, S.; NAVARRO, J. et al. Evaluation of composted sewage sludge as nutritional source for horticultural soils. **Waste Management**, v. 26, p. 946-952, 2006.
- CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J. et al. Características químicas de solo sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.38, n.6, p.729-735, 2003.
- CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. et al. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.
- CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 29, p. 777-788, 2005.
- COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. et al. Efeito de regimes de resíduos sobre a produção e qualidade da forragem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott). **Revista Científica Rural**, Rio Grande do Sul. v.11, n.1, p.28-33, 2006.
- DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. Ciclos de vida de lãs lombrices de tierra aptas para El vermicompostaje. **Acta Zoológica Mexicana**, n. 2, p. 309-320, 2010.
- ESPELHO, S.C.; MAIA, E.; RUZISKA, H. W. Efeito da época de corte e tipo de adubo na análise foliar de capim-limão. **Cesumar**, v. 9, p.119-123, 2007.
- FERREIRA, M.M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. J. (Ed.). **Física do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010.
- GEWEHR, C.E. FOLLMANN, D.D.; ROSNIECEK, M. et al. Rendimento do capim elefante com adubação orgânica para uso em cama de aviário. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1. p 32-36, 2010.
- HARGREAVES, J.C.; ADL, M.S.; WARMAN, P.R. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. **Agriculture Ecosystem Environment**, n. 123, p. 1-14, 2008.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P.R.M. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. – 2. Ed. Ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- KIEHL, E.J. **Novos fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Degaspari, 2010. 248 p.
- LAOS, F.; MAZZARINO, M.J.; WALTER, I.; ROSELLI, L.; SATTI, P.; MOYANO, S. Composting of fish offal and biosolids in Northwestern Patagonia. **Bioresource Technology**, v. 81, p. 179-186. 2002.
- LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDULA, J. A.A. et al. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.17, n.11, p.1195–1200, 2013.

- LEAL, M. A.A.; GUERRA, J.G.M.; PEIXOTO, R.T.G.; ALMEIDA, D.L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.392-395. 2007.
- LEBRON, I.; SUAREZ, D.L.; SCHAAP, M.G. Soil pore size and geometry as a result of aggregate-size distribution and chemical composition. **Soil Science**, v.167, n.3, p.165-172, 2002.
- LIMA, E.S.; SILVA, J.F.C.; VÁSQUEZ, H.M. et al. Composição e digestibilidade in vitro de genótipos de capim-elefante, aos 56 dias de rebrota. **Archivos de Zootecnia**, vol. 57, n. 218, p. 280, 2008.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Mineralização de carbono e de nitrogênio provenientes de composto de lixo urbano em argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p. 677-684, 2006.
- MELO, W.J.; MARQUES, M.O. **Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas**. In: BETTIOL, W.; CAMARGO. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio ambiente, p. 109-141, 2000.
- MELO, V.P.; BEUTLER, A.N.; SOUZA, Z.M. et al. Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.67-72, 2004.
- MENESES, A.J.G. Morfofisiologia do capim-elefante adubado com composto orgânico proveniente da produção e abate de pequenos ruminantes. Fortaleza: UFC, 102 p. 2015. (Dissertação Mestrado).
- NOGUEIRA FILHO, A.; FIGUEIREDO JUNIOR, C. A.; YAMAMOTO, A. **Mercado de carne, leite e pele de caprinos e ovinos no nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste/Etene, nº 27, 2010.
- ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabras. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.764-772, 2007.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem dos resíduos da produção avícola. **Engenharia Agrícola**. v.30, n.3, p.538-545., 2010.
- OTENIO, M.H.; CUNHA, C.M.; ROCHA, B.B. **Compostagem de carcaças de grandes animais**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 2010. 4 p. il. (Comunicado Técnico, 61).
- PARENTE, H.N.; BANDEIRA, J.B.; RODRIGUES, RC. et al. Crescimento e valor nutritivo do capim-elefante submetido à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.2., p.132-141, 2012
- PASSARIN, A.L.; RODRIGUEIRO, E.L.; ROBAINA, C.R.P. et al. Caracterização de agregados em um Latossolo Vermelho distroférico típico submetido a diferentes doses de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1255-1260, 2007.
- PEDROTTI, A.; FERREIRA, M.M.; CURI, N. et al. Relações entre atributos físicos, mineralogia da fração argila e formas de alumínio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.1, p.1-9, 2003.

PEREIRA, M.S. Avaliação das taxas de mineralização do carbono e nitrogênio do composto orgânico proveniente de carcaça e despojo de pequenos ruminantes. Fortaleza: UFC, 49 p. 2014. (Dissertação Mestrado).

PEREIRA, A.V.; AUAD, A.M.; LÉDO, F.J.S.; BARBOSA, S. *Pennisetum Purpureum*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed), **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010, cap. 6, p. 197-219.

PEREIRA, A.V.; MARTINS, C.E.; CRUZ FILHO, A.B. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S. (Ed.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de plantas**. Juiz de Fora: Fundação MT, 2001. p.549-602.

PEREIRA, F. A., FARIAS, C. A. S., FARIAS, E. T. R. A compostagem como alternativa para a problemática dos resíduos agroindustriais no Sertão Paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 8, n.1, p.269-273, 2013.

PORTZ A.; MARTINS, C. A. C., LIMA E. et al. Teores e acúmulo de nutrientes durante o ciclo da mandiocinha-salsa em função da aplicação de Nitrogênio, Fósforo e Potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 24; p. 329-333, 2006.

PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 500p.

PRIMO, A. A.; PEREIRA, G. A. C.; VIEIRA, L. V. et al. Produção e Acúmulo de Nutrientes de Mudanças de Gliricídia Adubadas com Composto Orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p.144-153, 2014.

SANTOS, A. T. L.; HENRIQUE, N. S.; SHHLINDWEIN, J. A. Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2014.

SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; MELLO, A.C.L. Formação e manejo de capineiras. In: LIRA, M.L.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B. et al. (Eds.). **Capim elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA-UFRPE, p.145-162, 2010.

SARAIVA, V. M.; KONIG, A. Produtividade do capim elefante roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas atividades. **HOLOS**, ed. 29, vol. 1, 2013.

SCHERER. E. E.; NADAL, R. de.; CASTILHOS, E.G de. **Utilização de esterco de aves e adubo fosfatado na cultura do milho**. Florianópolis: Empasc, 1986. 36p. (Boletim Técnico, 35).

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Utilização do lodo de esgoto como fonte de fósforo e nitrogênio para milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Anais...**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM.

SILVA, J.; SILVA, P. S. L. e; OLIVEIRA, M.; BARBOSA E SILVA, K. M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.326-331, 2004.

SIMONETE, M.A.; KIEHL, J.D.; ANDRADE, C.A. et al. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, pp. 1187-1195, out, 2003.

SOUZA, H. A.; OLIVEIRA, E. L.; MODESTO, V. C.; MONTES, R. M.; NATALE, W. **Atributos químicos do solo tratado com composto orgânico de carcaça e despojo de abate de caprinos e ovinos.** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 8p (Comunicado Técnico, 127).

SOUZA, H. A.; VIEIRA, L. V.; PRIMO, A. P.; et al. **Dose econômica e eficiência agrônômica de composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes e de adubo nitrogenado na produção de milho em Luvisolo Háptico, no semiárido cearense.** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015. 10p (Comunicado Técnico, 144).

TOMÉ JR., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo.** Editora Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

VILELA, H. **Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação.** Viçosa, MG: aprenda Fácil, 2005.

WAGNER A.; CHUEIRI, B.M. Lodo de esgoto e fertilizante mineral sobre parâmetros do solo e de plantas de trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, pp. 502-508, 2007.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO. et al. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 263-273.

CAPÍTULO II

ATRIBUTOS FÍSICOS DE SOLO CULTIVADO COM CAPIM-ELEFANTE E SUBMETIDO A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO

RESUMO

A aplicação de materiais orgânicos ao solo promove alterações nos atributos químicos, físicos e biológico, aumentando a umidade e porosidade total do solo e diminuindo a densidade do solo. No entanto a quantificação dos efeitos em atributos físicos é pouco explorada e, muitas vezes, tais atributos não são avaliados. Objetivou-se mensurar os atributos físicos do solo cultivado com capim-elefante em função da aplicação de doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes. O experimento foi conduzido na Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE, em capineira de capim-elefante var. Cameroon. O delineamento experimental adotado foi em parcelas subdivididas, em blocos casualizados e com medidas repetidas no tempo, sendo as parcelas as doses (0; 13,3; 26,6; 39,9; 52,3; 79,8 t ha⁻¹) de composto orgânico e um tratamento adicional com adubos minerais e as subparcelas foram os ciclos (1, 2, 3 e 4) de produção com 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Após a aplicação do composto orgânico mensurou-se os atributos físicos do solo (densidade do solo; densidade de partículas; porosidade total; umidade gravimétrica e umidade volumétrica) a partir de amostras indeformadas coletadas no final de cada ciclo (60 dias), nas camadas 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050 e 0,050 – 0,10 m de profundidade. Para os fatores doses de composto orgânico e a interação das doses e ciclos não houve resultados significativos para nenhuma das variáveis nas profundidades estudadas. Para o fator ciclo, o composto orgânico proporcionou incremento na umidade gravimétrica e umidade volumétrica em todas as camadas estudadas aos 240 dias. Com o passar dos ciclos houve diminuição da densidade de partículas.

Palavras-Chaves: compostagem, caprino, ovino, *Pennisetum purpureum*

ABSTRACT

The application of organic compost affects chemical, physical and biological properties of cultivated soils. However, evaluation of the effects on physical attributes as a function of compound application in northeastern Brazil is lacking. Therefore, we aimed to evaluate the response of physical properties to application of manure from composting of slaughterhouse waste of small ruminants on a soil grown with elephant grass (*Pennisetum purpureum*). Field experiment was carried out at the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) where the cultivar Cameroon was grown in irrigated system. The experiment was laid out in a split-plot design with 4 blocks and a total of 28 plots. Treatments consisted of 6 treatments based on different compost doses (0; 13,3; 26,6; 39,9; 52,3; 79,8 tons ha⁻¹) and 1 control applied with synthetic fertilizer, and sub plots were 4 clipping grass cycles. Following manure application, soil physical properties such as bulk and particle densities, porosity, gravimetric and volumetric moisture were taken at the end of each cycle (60 days) at 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050 e 0,050 – 0,10 m soil depth using an intact metal soil core sampler. There were no significant differences among the organic compost doses, and no statistical significance between the interaction treatment x cycle. Application of organic compost increased both gravimetric and volumetric soil moisture at all evaluated soil depths on the 240th day. Bulk particle density decreased over the time.

Key-words: composting, goats, sheep, *Pennisetum purpureum*

1. INTRODUÇÃO

O aumento do custo de fertilizantes inorgânicos de elevada solubilidade e reduzida ação condicionadora do solo tem direcionado a atenção de pesquisadores e produtores agrícolas para utilização de adubos orgânicos obtidos a partir de fontes disponíveis nas propriedades rurais. A utilização frequente de adubos orgânicos contribui para o aumento dos estoques de matéria orgânica no solo. Essa matéria caracteriza-se por apresentar baixa densidade (CELIK et al., 2004) e capacidade de aumentar a estabilidade de agregados (LAL, 2000), o que contribui para elevação da porosidade e melhoria na estrutura do solo (PRAGANA et al. 2012). Por essa razão, favorece a maior disponibilidade e retenção de água no solo (CELIK et al., 2004).

A adição de composto orgânico obtido a partir de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes pode contribuir para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. A intensificação da produção de caprinos e ovinos vem permitindo que a atividade torne-se uma das mais desenvolvidas na região Nordeste (NOGUEIRA et al., 2010), gerando um potencial de produção de composto com seus resíduos (carcaça, esterco e sobra de cocho) de aproximadamente 47 mil toneladas (SOUZA et al., 2012).

A região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta solos rasos com baixa fertilidade, principalmente com baixos teores de matéria orgânica, além de apresentar déficit hídrico (SILVA et al., 2010), sendo este último, um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento da sustentabilidade dessa região (SILVA et al., 2004). Diante disso, a aplicação do composto orgânico torna-se uma alternativa viável (SOUZA et al., 2015), uma vez que aumenta a retenção de água no solo.

Em um solo de textura franco-arenoso Barzegar et al. (2002) observaram que a adição de esterco, resíduos de trigo e composto de bagaço de cana-de-açúcar aumentaram a água disponível no solo. Valadão et al. (2011) observaram que o emprego de cama de frango compostada foi efetivo em garantir a qualidade física do solo em comparação com condições naturais.

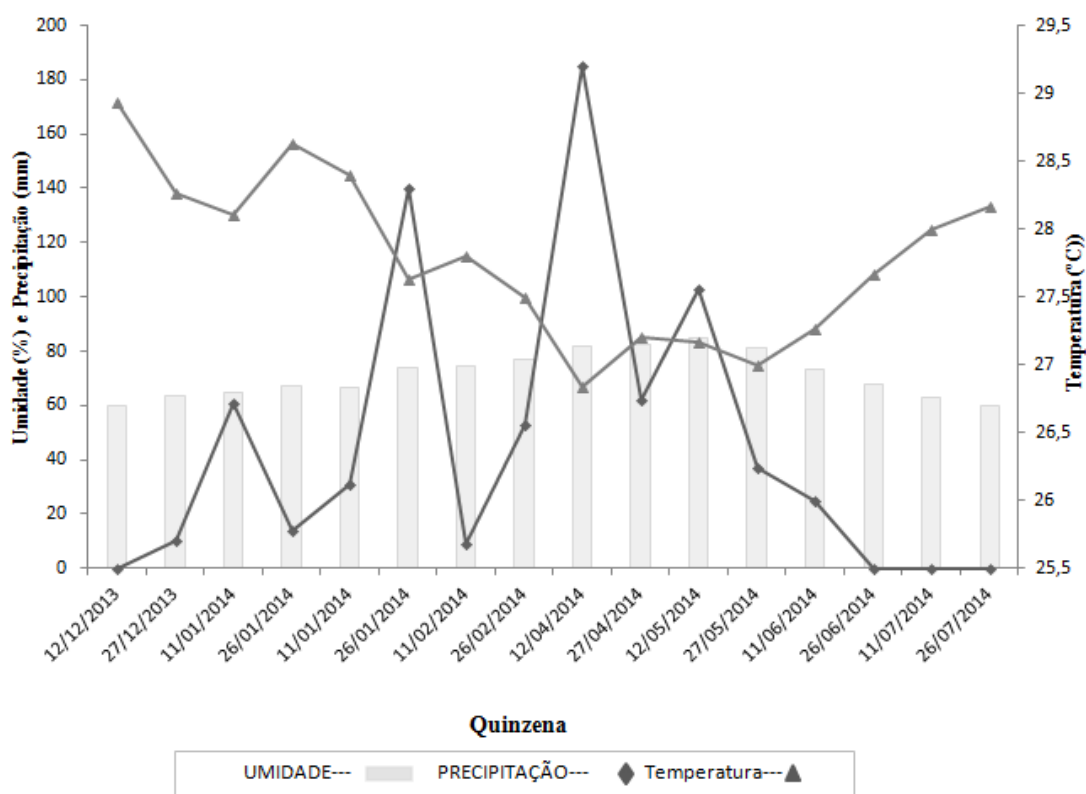
O uso composto orgânico oriundo de carcaças de animais vem sendo estudado em culturas como milho (SOUZA et al., 2015), feijão (ARAÚJO et al., 2011) e produção de mudas (PRIMO et al., 2014). A maioria dos trabalhos citam e evidenciam os efeitos na fertilidade e nutrição de plantas, sendo os efeitos nos atributos físicos do solo pouco estudados. Existem poucos estudos sobre o composto aplicado em capineiras.

Assim, objetivou-se avaliar os atributos físicos do solo cultivado com capim-efefante, como capineira, em função da aplicação de doses do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral-CE (34°20' de latitude Sul e 40°21' de longitude Oeste, a uma altitude de 83m). O clima da região é do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, semiárido quente, com temperatura e precipitações médias de 28°C e 759 mm, respectivamente. Na Figura 1 estão apresentados os dados referentes às condições ambientais do período experimental, obtidos a partir da estação meteorológica, localizada na cidade de Sobral-CE, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014).

Figura 1 - Médias quinzenais da umidade relativa do ar, precipitação e temperatura durante o período experimental dividido em quatro ciclos.



Fonte: INMET, 2014.

Antes da implantação do ensaio, realizou-se coleta do solo para avaliação da fertilidade da área. As características físico-químicas do solo nas camadas de 0,0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m de profundidade estão apresentadas na Tabela 1. Com base na análise granulométrica (Tabela 1) classificou-se o solo como Neossolo Flúvico de textura franco-arenosa. A área experimental foi irrigado por um sistema de aspersão fixa de média pressão (pressão de serviço < 4,0 kgf cm⁻²).

O composto utilizado foi produzido adicionando-se: despojo (sólido) de abatedouros de caprinos e ovinos acrescido de 1,5 a 2,0 vezes da mistura de 50% de esterco da limpeza de apriscos e 50% de rejeito de comedouro e poda de árvores. O período de produção do composto foi de aproximadamente 120 dias, obtendo-se ao final deste período um material com 10% de umidade.

Tabela 1 - Atributos químicos e granulométricos do solo coletado na área experimental.

Camada	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
(m)		g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --				mmol _c dm ⁻³			
0 – 0,2	7	16	36	31	50	19	13	0	74,2	87,2
	V	PST	S	Na	B	Cu	Fe	Mn		Zn
	----	%	-----				mg dm ⁻³	-----		
0 – 0,2	85	5,08	11	102	0,38	0,5	54	38		1,5
	Argila		Silte		Areia Total		Areia Grossa		Areia Fina	
	----- g kg ⁻¹ -----									
0 – 0,2	254		216		530		60		470	

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (baixo); P – fósforo (muito bom); K – potássio (baixo); Ca – cálcio (muito bom); Mg – magnésio (bom); H+Al - acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB- soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por base; PST- porcentagem de sódio trocável; S – enxofre; Na – sódio; Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (alto); Zn – zinco (médio); Mn – manganês (alto); B – boro (médio). (ALVAREZ V. et al., 1999).

O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com 4 repetições e medidas repetidas no tempo. As parcelas corresponderam a seis doses de composto orgânico e um tratamento adicional (adubação mineral) enquanto as subparcelas, correspondem a quatro ciclos de crescimento (60 dias), totalizando 28 unidades experimentais com dimensões de 5 x 5 m.

A quantidade do composto orgânico aplicada na capineira foi determinada de modo a fornecer uma dose de nitrogênio equivalente a 120 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ e baseou-se no teor de nitrogênio e na necessidade de atender à demanda exigida pela cultura para produção intensiva (FONSECA et al., 2010), com cortes realizados a cada 60 dias

(ANDRADE; GOMIDE, 1971). Assim, a dose padrão foi baseada no teor de N do composto e na necessidade da cultura para os quatro ciclos de crescimento.

Os tratamentos avaliados foram doses do composto orgânico equivalentes a 0; 13,3; 26,6; 39,9; 53,2; 79,8 t ha⁻¹ correspondente às doses: zero (0), metade (1/2) da dose padrão; a dose padrão (P); uma vez e meia a padrão (1,5); duas vezes a padrão (2,0), três vezes a padrão (3,0), além de um tratamento adicional (adubação mineral) com N (ureia) e K₂O (cloreto de potássio) equivalente a 120 e 150 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente.

A adubação orgânica foi aplicada em dose única, no início do experimento após o corte de uniformização, seguindo recomendação de Malavolta (2002). A aplicação do adubo mineral foi fracionada em duas: a primeira no início de cada ciclo (cinco dias após o corte) e a segunda, na metade do ciclo (trinta dias após o corte), de acordo com recomendação de Fonseca et al. (2010). A distribuição dos fertilizantes orgânicos e minerais foi realizada a lanço na superfície em toda a área de cada parcela (25 m²), sem incorporação.

Os atributos físicos do solo foram mensurados em três camadas, sendo: 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050 e 0,050 – 0,10 m de profundidade e nos quatro ciclos de avaliação, sempre após o corte do material vegetal. As análises foram realizadas em amostras indeformadas nas quais foram avaliadas as seguintes variáveis: densidade do solo; densidade de partículas; porosidade total; umidade gravimétrica e umidade volumétrica, segundo Donagema et al. (2011).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância (teste F), teste de comparação de médias e análise de regressão, em que a interação entre doses de adubo orgânico × ciclo foi desdobrada somente quando significativa. Para comparar o efeito dos ciclos, foi utilizado o teste Tukey (5%). Posteriormente, procedeu-se à análise de contraste entre o tratamento adicional (adubo mineral) e os tratamentos com adubo orgânico. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito das doses de composto orgânico para densidade do solo, densidade de partícula, umidade gravimétrica, umidade volumétrica e porosidade total nas camadas 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050 e 0,050 – 0,10 m de profundidade (Tabelas 2, 3

e 4). Estes resultados corroboram com Camilotti et al. (2006); Kitamura et al. (2008); Teixeira et al. (2006) e Passarin et al. (2007), que constataram que a aplicação de adubo orgânico não alterou os atributos físicos do solo, possivelmente em função do curto período entre a aplicação do material orgânico e as avaliações, ou seja, há a necessidade de mais tempo para que os efeitos em atributos físicos possam ser observados.

Em relação ao desdobramento da interação doses de composto orgânico e ciclos nas camadas de 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050; 0,050 – 0,10 m de profundidade (Tabelas 2, 3 e 4), observou-se que não houve resultados significativos para os atributos mensurados. De acordo com Monnier (1965) o efeito da matéria orgânica varia em tempo porque há diferenças na taxa de decomposição de matéria orgânica que é influenciada por variações sazonais e climáticas. A redução ou eliminação do revolvimento do solo, associada ao uso de composto orgânico a longo prazo, normalmente, resulta em maior estabilidade de agregados (Salton et al., 2008). Monnier (1965) estudando o efeito da matéria orgânica no solo, observou uma evolução em longo prazo da estabilidade de agregados: as estabilidades de agregados aumentam com o cultivo de gramíneas porque há aumento da biomassa de raízes. Pragana (2001) afirma que além da deposição natural e constante de matéria orgânica no solo, as condições menos ácidas do solo e com teores de nutrientes elevados conferem uma maior taxa de mineralização e transformação de frações mais grosseiras da matéria orgânica em frações mais ativas, tornando-se mais vulnerável à decomposição pelos microrganismos, sendo associados à estabilidade dos macroagregados do solo (LAL, 2000).

Tabela 2 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para atributos físicos do solo em função de doses de composto orgânico e ciclos de corte em capim-elefante na camada 0,0 – 0,025 m de profundidade.

Doses (D)	Ds	Dp	Ug	Uv	PT
t ha ⁻¹	-----kg dm ⁻³ -----		kg kg ⁻¹	m ³ m ⁻³	%
0	1,40	2,43	0,29	0,41	44,1
13,3	1,29	2,42	0,35	0,44	44,5
26,6	1,32	2,46	0,32	0,43	44,9
39,9	1,31	2,41	0,33	0,44	45,3
53,2	1,31	2,38	0,33	0,42	45,7
79,8	1,36	2,42	0,30	0,39	46,5
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns
CV ₁ (%)	9,6	3,7	21,2	15,7	11,9
Ciclos (C)					
1	1,34	2,45a	0,29b	0,37b	46,8
2	1,35	2,44a	0,29b	0,40b	44,9
3	1,31	2,42a	0,31b	0,37b	45,9
4	1,33	2,35b	0,40a	0,52a	43,6
Teste F	ns	**	**	**	ns
CV ₂ (%)	9,9	3,9	21,6	19,4	11,9
D x C	ns	ns	ns	ns	ns

CV₁ – coeficiente de variação da parcela. CV₂ – coeficiente de variação da subparcela. Ds- densidade do solo. Dp- densidade de partícula. Ug- umidade gravimétrica. Uv- umidade volumétrica.. PT- Porosidade Total. ¹ médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para atributos físicos do solo em função de doses do composto orgânico e ciclos de corte em capim-elefante na camada 0,025 – 0,050 m de profundidade.

Doses (D)	Ds	Dp	Ug	Uv**	PT
t ha ⁻¹	----- kg dm ⁻³ -----		kg kg ⁻¹	m ³ m ⁻³	%
0	1,42	2,46	0,29	0,42	42,3
13,3	1,44	2,49	0,31	0,43	42,4
26,6	1,39	2,47	0,28	0,38	43,1
39,9	1,45	2,48	0,29	0,42	43,0
53,2	1,38	2,44	0,31	0,41	43,3
79,8	1,35	2,43	0,29	0,40	43,4
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns
CV ₁ (%)	7,3	2,7	23,5	20,5	10,4
Ciclos (C)					
1	1,36	2,45ab	0,26b	0,36b	44,8
2	1,41	2,50a	0,26b	0,37b	43,5
3	1,45	2,46ab	0,25b	0,36b	41,2
4	1,41	2,42b	0,38a	0,53a	42,1
Teste F	ns	**	**	**	ns
CV ₂ (%)	6,9	3,0	24,9	22,6	9,6
D x C	ns	ns	ns	ns	ns

CV₁ – coeficiente de variação da parcela. CV₂ – coeficiente de variação da subparcela. Ds- densidade do solo. Dp- densidade de partícula. Ug- umidade gravimétrica. Uv- umidade volumétrica.. PT- Porosidade Total. ¹ médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para atributos físicos do solo em função de doses do composto orgânico e adubo mineral e ciclos de corte em capim-elefante na camada 0,050 – 0,10 m de profundidade.

Doses (D)	Ds	Dp	Ug	Uv	PT
t ha ⁻¹	----- kg dm ⁻³ -----		kg kg ⁻¹	m ³ m ⁻³	%
0	1,69	2,51	0,19	0,32	32,5
13,3	1,66	2,54	0,21	0,35	34,5
26,6	1,69	2,50	0,19	0,32	33,0
39,9	1,63	2,56	0,21	0,34	36,0
53,2	1,62	2,53	0,20	0,33	36,0
79,8	1,62	2,52	0,19	0,31	35,4
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns
CV ₁ (%)	5,5	3,3	18,4	17,5	10,3
Ciclos (C)					
1	1,62	2,53ab	0,20b	0,31b	36,1
2	1,64	2,58a	0,19b	0,31b	36,5
3	1,66	2,49b	0,18b	0,30b	33,3
4	1,69	2,51b	0,23a	0,39a	32,5
Teste F	ns	**	**	**	ns
CV ₂ (%)	4,5	2,5	15,6	15,8	9,5
D x C	ns	ns	ns	ns	ns

CV₁ – coeficiente de variação da parcela. CV₂ – coeficiente de variação da subparcela. Ds- densidade do solo. Dp- densidade de partícula. Ug- umidade gravimétrica. Uv- umidade volumétrica.. PT- Porosidade Total. ¹ médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

De acordo com Mubarak et al. (2003) os efeitos benéficos dos resíduos de animais nas propriedades físicas do solo podem exigir longo período de tempo para se manifestar, além de também depender das características intrínsecas do solo. O solo desse experimento por apresentar boas qualidades físicas, assim como elevados teores de nutrientes, tende a não responder de forma significativa à aplicação desses resíduos. Espera-se que os efeitos sejam mais evidentes em solos naturalmente pobres e com algum grau de degradação.

Para o fator ciclos observou-se significância para as variáveis densidade de partículas, umidade gravimétrica e umidade volumétrica, em todas as profundidades analisadas (Tabela 2, 3 e 4).

Para a umidade gravimétrica e umidade volumétrica, os maiores valores foram obtidos no ciclo 4, (Tabela 2, 3 e 4). Para a densidade de partículas foi verificado o oposto, ou seja, menor valor com o passar dos ciclos.

Esse resultado pode estar relacionado à precipitação que ocorreu na área, onde houve o máximo de chuva até o ciclo 3 (Figura 1), refletindo no aumento da umidade do

solo. Assim sendo, os ciclos geraram mais cobertura de solo, uma vez que o composto orgânico em superfície, retém a umidade por período mais longo de tempo. Este fato, por sua vez, está relacionado ao isolamento criado pelos materiais em cobertura que impediram a incidência direta dos raios solares e o seu aquecimento excessivo que quando associados, reduziram a taxa de evaporação da água (SILVA et al., 2006).

Diante disso, é válido ressaltar que, embora este estudo tenha sido realizado num local irrigado, a capacidade do composto orgânico reter umidade ao longo do tempo, torna seu uso uma alternativa em áreas não irrigadas e em locais que sofrem estresse hídrico.

A retenção de água no solo é uma característica específica sendo resultado da ação conjunta e complexa de vários fatores como o teor e mineralogia da fração argila (FERREIRA et al., 1999); teor de matéria orgânica, estrutura, densidade do solo dentre outros. A matéria orgânica aumenta a capacidade de infiltração de água no solo e a sua capacidade de armazenamento devido à melhoria das condições físicas dos horizontes superficiais, principalmente em relação a sua estrutura. Este aumento da infiltração de água no solo reduz a formação de enxurradas e as perdas por erosão. Epstein et al. (1976) verificaram que a utilização de lodo de esgoto em solo argilo-siltosos promoveu o aumento no conteúdo e na capacidade de retenção de água. Kiehl (1979) verificou uma correlação positiva entre o conteúdo de matéria orgânica do solo e o armazenamento de água do mesmo. Barzegar et al. (2002) observaram que a adição de esterco, resíduos de trigo e composto de bagaço de cana-de-açúcar aumentou a água disponível no solo.

Os valores da densidade do solo e porosidade total não diferiram entre os ciclos nas camadas 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050 e 0,10 m (Tabelas 2, 3 e 4). Para solos de textura franco-arenosa, classe textural deste experimento (Tabela 1), a densidade do solo variou de 1,29 a 1,69 kg dm⁻³ nas camadas estudadas. Os menores valores foram na camada de 0,0 -0,025 m com 1,29 a 1,40 kg dm⁻³ e podem ser considerados adequados para o bom desenvolvimento do sistema radicular (Reichert et al., 2003),

Os resultados também corroboram com o experimento de Kitamura et al. (2008), que não observaram diferenças estatísticas na porosidade total em um latossolo vermelho degradado tratados com adubo verde, lodo de esgoto e cultivo de espécies nativas.

Quanto à análise de contraste entre as doses do composto orgânico e a adubação mineral na camada 0 – 0,025 m, verifica-se significância apenas para o ciclo 4 em que a

adubação com composto orgânico proporcionou redução da densidade de partículas em relação à recomendação mineral (Tabela 5). Em relação à camada 0,025 – 0,050 m, houve significância apenas no ciclo 2 para as variáveis densidade de partículas e porosidade total. Contudo, ao passo que a adubação mineral proporcionou menor densidade de partículas em relação à adubação com composto orgânico, a mesma resultou em menor porosidade total. O uso do composto orgânico promoveu maior valor de porosidade total possivelmente devido ao maior aporte de material orgânico que contribui para aumentar a agregação do solo e conseqüentemente sua porosidade.

De acordo com a análise de contraste na camada 0,050 – 0,10 m, no ciclo 2 verificou-se diferença entre as fontes para as variáveis umidade gravimétrica e volumétrica, sendo que a adubação orgânica proporcionou maiores valores em relação a adubação mineral (Tabela 5). A disponibilidade da água para as plantas depende basicamente da textura, estrutura e teor de matéria orgânica do solo (SOZIM et al., 2010). A aplicação do composto orgânico pode interferir neste atributo por meio da granulometria do composto, da sua interação com as partículas minerais do solo e aumento do teor de matéria orgânica do solo (AGNE; KLEIN, 2014).

Para o ciclo 3 na camada de 0,05-0,10 m observou-se efeito significativo apenas para a porosidade total sendo que a aplicação do adubo mineral proporcionou aumento dessa porosidade. No ciclo 4 constatou-se resultados significativos para a densidade do solo e porosidade total, sendo que a adubação mineral promoveu redução da densidade do solo e aumento da porosidade total. Uma possível justificativa para os resultados encontrados está relacionada à forma de aplicação dos adubos. Assim, ao passo que o composto tenha apresentado rápida mineralização no primeiro ciclo, devido sua baixa relação C/N e fatores como a temperatura e umidade, pode ter ocorrido um esgotamento das formas solúveis de carbono orgânico. Em solos tropicais, a degradação de compostos orgânicos contribui na estabilização da MO no solo (KHAN; SCHNITZER, 1972), isso ocorre devido a forte interação química entre as frações orgânica e mineral, sendo este mecanismo o principal responsável pela estabilização da MOS (SIX et al., 2004). Frações mais lábeis da MOS também podem ser parcialmente estabilizadas no sistema (CONCEIÇÃO et al., 2008).

Cayuela et al. (2009) explicam que a presença de M.O. lábil acessível aos microrganismos e não facilmente renovada é rapidamente metabolizada e, conseqüentemente, o aumento na atividade microbiana desaparece rapidamente, diminuindo as taxas de degradação, seguido do esgotamento gradual da fração mais

resistente até estabilizar. Os resultados obtidos no citado experimento corroboram com Pereira (2014) que, avaliando a mineralização do C com doses do mesmo composto do presente estudo, observou aumento acelerado da mineralização do composto até os 14 dias, seguido de pequeno incremento aos 84 dias e posterior redução até o final da incubação aos 126 dias. No entanto, esses resultados diferem com o relatado por Fares et al. (2008) e Mellek (2009) que constataram que o aumento da porosidade no solo ocorreu devido o material orgânico incorporado.

Os resultados obtidos nesse trabalho mostram a importância da matéria orgânica em solo franco-arenoso, por possuir partículas de menor tamanho e de menor dureza que as partículas minerais, ao recobrir os grãos de areia e preencher os espaços entre eles, reduz o atrito e, portanto, aumentando a umidade do solo. Segundo Braida et al. (2006) a capacidade da matéria orgânica em estabelecer e fortalecer ligações entre as partículas minerais, dependendo do seu elevado número de cargas superficiais e elevada área superficial específica, resulta em aumento da força das ligações entre as partículas minerais e em provável aumento do seu número, contribuindo para incrementar a resistência do solo evitando a deformação e aumentando a umidade do solo.

Tabela 5 - Valores médios e análise de contraste para atributos físicos do solo em função de doses do composto orgânico e adubo mineral sob o cultivo do capim-elefante nas camadas de 0,0 – 0,025; 0,025 – 0,050 e 0,050 – 0,10 m de profundidade.

Contraste	Ds	Dp	Ug	Uv	PT	Ds	Dp	Ug	Uv	PT	Ds	Dp	Ug	Uv	PT
	--- kg dm ⁻³ ---		kg kg ⁻¹	m ³ m ⁻³	%	--- kg dm ⁻³ ---		kg kg ⁻¹	m ³ m ⁻³	%	--- kg dm ⁻³ ---		kg kg ⁻¹	m ³ m ⁻³	%
	0,0-0,025 m					0,025-0,050 m					0,050-0,10 m				
	Ciclo 1					Ciclo 1					Ciclo 1				
Doses (média)	1,34	2,46	0,29	0,38	46,5	2,42	2,31	0,42	0,51	44,7	1,62	2,32	0,19	0,31	36,1
Ad. Mineral	1,24	2,45	0,28	0,36	46,4	2,50	2,27	0,37	0,38	43,0	1,60	2,50	0,19	0,31	36,1
D vs Ad. Mineral	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Ciclo 2					Ciclo 2					Ciclo 2				
Doses (média)	1,35	2,44	0,31	0,41	44,9	1,41	2,50	0,27	0,38	43,5	1,64	2,58	0,19	0,31	36,5
Ad. Mineral	1,34	2,40	0,30	0,40	44,3	1,81	2,47	0,27	0,49	47,2	1,63	2,61	0,16	0,27	37,5
D vs Ad. Mineral	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns
	Ciclo 3					Ciclo 3					Ciclo 3				
Doses (média)	1,31	2,43	0,29	0,38	45,8	1,45	2,46	0,25	0,36	41,2	1,66	2,49	0,18	0,30	33,3
Ad. Mineral	1,36	2,35	0,27	0,36	42,1	1,42	2,41	0,24	0,35	41,1	1,58	2,51	0,18	0,28	36,9
D vs Ad. Mineral	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
	Ciclo 4					Ciclo 4					Ciclo 4				
Doses (média)	1,33	2,35	0,40	0,53	43,6	1,41	2,43	0,38	0,54	41,9	1,69	2,51	0,23	0,39	32,4
Ad. Mineral	1,39	2,47	0,38	0,51	43,6	1,46	2,47	0,37	0,54	40,9	1,40	2,57	0,55	0,62	35,7
D vs Ad. Mineral	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**

^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

O composto orgânico promoveu o aumento da umidade volumétrica e gravimétrica com o passar dos ciclos e diminuição da densidade de partículas.

No período estudado as doses do composto orgânico não influenciaram os atributos físicos do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.F.; ANDRADE, J.C.; FALCÃO, A.A. Protocolos de análises químicas. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2006. p. 121-158.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- AGNE, S. A. A.; KLEIN, V. A. Matéria orgânica e atributos físicos de um Latossolo Vermelho após aplicações de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.720-726, 2014.
- ANDRADE, I. F.; GOMIDE, J. A. Curva decrescimento e valor nutritivo do capim-elfante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Revista Ceres**, n. 18, p. 31-47, 1971.
- ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 337-345, 2004.
- ARAÚJO, F. B.; SANES, F. S. M.; STRASSBURGUER, A. S. et al. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**. Fortaleza, v. 6, n.2, p. 1-5, 2011.
- BARZEGAR, A.R.; YOUSEFI, A.; DARYASHENAS, A. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. **Plant Soil**, v.247, p.295-301, 2002.
- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.4, p.605-614, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instituto Nacional de Meteorologia** (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em 20 de dezembro de 2014.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M.O. et al.. Atributos físicos de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar após aplicações de lodo de esgoto e vinhaça. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p. 738- 747, 2006.

CAYUELA, M.L.; SINICCO, T.; MONDINI, C. Mineralization dynamics and biochemical properties during initial decomposition of plant and animal residues in soil. **Applied Soil Ecology**, v. 4 1, n. 1, p. 118-127, Jan. 2009.

CELIK, I.; ORTAS, I.; KILIC, S. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilize on some physical properties of a Chromoxerert soil. **Soil Tillage Res.**, v.78, p.59-67, 2004.

CONCEIÇÃO, P.C.; BOENI, M.; DIECKOW, J.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Fracionamento densimétrico com politungstato de sódio no estudo da proteção física da matéria orgânica em solos. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:541-549, 2008.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B. et al. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documentos, 132).

EPSTEIN, E., TAYLOR, J. M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. **Journal Environment Quality**., v.5, p.422-426, 1976.

FARES, A.; ABBAS, F.; AHMAD, A.; DEENIK, J. L.; SAFEEQ, M. Response of selected soil physical and hydrologic properties to manure amendment rates, levels, and types. **Soil Science**, Philadelphia, v.173, n.3, p. 522-533, 2008.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. Adubação e fertilidade do solo em capim elefante. In: LIRA, M.A.; SANTOS, M.V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. (Ed.). **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA: UFRPE, 2010. p.103-141.

FRANCHINI, I.C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A. et al. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39p (Documentos 314).

HADAS, A. Soil tilth - the desired soil structural state obtained through proper soil fragmentation and reorientation processes. **Soil Till**, v. 43, p.7-40, 1997.

KHAN, S.U.; SCHNITZER, M. The retention of hydrophobic organic compounds by humic acid. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.36, p.745-754, 1972.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; GUSTAVO, L.; GONZALEZ, A. S. Recuperação de um solo degradado com aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** , 32, p. 405-416, 2008.

LAL, R. Physical management of soils of the tropics: Priorities for the 21st century. **Soil Science**, v.165, p.191-207, 2000.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo, Nobel, 200p, 2002.

MELLEK, J. E. Dejeito líquido bovino e alterações em atributos físicos e estoque de carbono de um Latossolo sob plantio direto. 2009. 50f. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 50f. 2009. (Dissertação Mestrado).

- MELO, V.P.; BEUTLER, A.N.; SOUZA, Z. M.; CENTURION, J.F.; MELO, W.J. Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.67-72, 2004.
- MONNIER, G. Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Thèse. **Faculté des sciences de Paris**, 1965.
- MORAIS, T.P.S.; PISSARRA, T.C.T.; REIS, F.C. Atributos físicos e matéria orgânica de um Argissolo Vermelho-Amarelo em microbacia hidrográfica sob vegetação nativa, pastagem e cana-de-açúcar. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 214-223, 2012.
- MUBARAK, A.R.; ROSENANI, A.B.; ANUAR, A.R.; ZAUZYAH, D.S. Effect of incorporation of crop residues on a maize-groundnut sequence in the humid tropics. II. Soil physical and chemical properties. **Journal of Plant Nutrition**, Madison , v. 26, n. 12, p. 2343-2364, 2003.
- NOGUEIRA FILHO, A.; FIGUEIREDO JUNIOR, C.A.; YAMAMOTO, A. **Mercado de carne, leite e pele de caprinos e ovinos no nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste/Etene, nº 27, 2010.
- PASSARIN, A.L.; RODRIGUEIRO, E.L.; ROBAINA, C.R.P. et al. Caracterização de agregados em um Latossolo Vermelho distroférico típico submetido a diferentes doses de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1255-1260, 2007.
- PEREIRA, M.S. Avaliação das taxas de mineralização do carbono e nitrogênio do composto orgânico proveniente de carcaça e despojo de pequenos ruminantes. Fortaleza: UFC, 49 p. 2014. (Dissertação Mestrado).
- PIRES, A.A.; MONNERAT, P.H.; MARCIANO, C.R et al. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro – amarelo nas características química e física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.6, p.1997-2005, 2008.
- PRAGANA, R. B.; NÓBREGA, R. S. A.; RIBEIRO, M. R. et al. Atributos biológicos e dinâmica da matéria orgânica em Latossolos amarelos na região do Cerrado piauiense sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:851-858, 2012.
- PRIMO, A.A.; PEREIRA, G.A. C.; VIEIRA, L. V. et al. Produção e Acúmulo de Nutrientes de Mudanças de Gliricídia Adubadas com Composto Orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p.144-153, 2014.
- REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade do solo e sustentabilidade: de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.27, n.1, p.29-48, 2003.
- SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. BAYER, C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 11-21, 2008.
- SILVA, J.; SILVA, P.S.L.; OLIVEIRA, M. et al. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.326-331, 2004.
- SILVA, A.J.N.; CABEDA, M.S.V. Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.6, p.921- 930, 2006.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C. Disponibilidade de micronutrientes catiônicos em solo arenoso após adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, v.5, n.3, p.328-335, 2010.

SIX, J., FELLER, C., DENEFF, K., OGLE, S.M. et al. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils-effect of no-tillage. **Agronomie**, v. 22, p.755-775, 2002.

SOUZA, H.A.; OLIVEIRA, E.L.; MODESTO, V.C. et al. **Atributos químicos do solo tratado com composto orgânico de carcaça e despojo de abate de caprinos e ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 8p (Comunicado Técnico, 127).

SOUZA, H.A.; VIEIRA, L.V.; PRIMO, A.P. et al. **Dose econômica e eficiência agrônômica de composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes e de adubo nitrogenado na produção de milho em Luvisolo Háplico, no semiárido cearense**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015. 10p (Comunicado Técnico, 144).

SOZIM, R.; WOICIECHOWSKI, T.; FERRONATO, M.Z. et al. Efeitos da aplicação de resíduos de carvão e adubo na umidade do solo num plantio de *Eucalyptus benthamii*. **Anais... II Seminário de Atualização Florestal e XI Semana de Estudos Florestais**, 2010.

TEIXEIRA, F.C.P.; REINERT, F.; RUMJANEK, N.G.; BODDEY, R.M. Quantification of the contribution biological nitrogen fixation to *Cratylia mollis* using the ¹⁵N natural abundance technique in the semi-arid Caatinga region of Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.38, p.1989-1993, 2006.

VALADÃO, F.C.A.; MAAS, K.D.B.; WEBER, O.L.S. Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p. 2073-2082, 2011.

VASCONCELOS, R.F.B.; CANTALICE, J.R.B.; OLIVEIRA, V.S. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.34, n.1, p.309-316, 2010.

CAPÍTULO III

ADUBAÇÃO DE CAPIM-ELEFANTE COM COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO COM RESÍDUOS DA CRIAÇÃO E ABATE DE PEQUENOS RUMINANTES

RESUMO

O emprego de compostos orgânicos provenientes de resíduos da agropecuária ou agroindústrias é alternativa interessante para a ciclagem e fornecimento de nutrientes, aumentando a produção do capim-elefante. Com isso, objetivou-se avaliar os atributos químicos do solo, o estado nutricional e a produção do capim-elefante em função da aplicação de doses do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes. O experimento foi conduzido em Neossolo Flúvico em capineira de capim-elefante var. Cameroon. O delineamento experimental blocos casualizados foi em parcelas subdivididas, com medidas repetidas no tempo. Nas parcelas foram avaliadas doses (0; 13,3; 26,6; 39,9; 52,3; 79,8 t ha⁻¹) de composto orgânico e um tratamento adicional com adubos minerais e nas subparcelas foram avaliados os ciclos (1, 2, 3 e 4) com 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Após a aplicação do composto orgânico mensurou-se a fertilidade do solo ao final do quarto ciclo já a diagnose foliar e a produtividade do capim foram mensuradas a cada ciclo de 60 dias. Com o incremento do composto orgânico houve aumento nas concentrações de M.O., NH₄⁺, NO₃⁻, NH₄⁺ + NO₃⁻, P e V; houve redução do valor de H+Al além da elevação dos teores de N e P nas plantas. As doses de composto orgânico aumentaram a biomassa de forragem total de capim-elefante. A adubação mineral proporcionou maior incremento da produção do capim-elefante em relação ao composto orgânico no decorrer dos ciclos.

Palavras-Chaves: compostagem, *Pennisetum purpureum*, resíduo orgânico

ABSTRACT

The application of manure from composting of agricultural waste is a valuable alternative that promotes nutrient cycling in soils and supplies essential nutrients to plants, increasing elephant grass production. Thus, we aimed to evaluate soil chemical properties, plant tissue nutrient levels, and yield of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) as a function of manure application from composting of slaughterhouse waste of small ruminants. The experiment was laid out in a split-plot design with 4 blocks and a total of 28 plots where the cultivar Cameroon was grown in Fluvic Neosol. Treatments consisted of 6 rates (0; 13,3; 26,6; 39,9; 52,3; 79,8 tons ha⁻¹) + 1 control treatment with synthetic fertilizer. Sub plots were 4 cycles 60 days apart and considered as temporal pseudo replications involving repeated measurements. Soil samples were taken at the end of the fourth cycle, and leaf nutrient levels and yield were determined at the end of each cycle. Soil organic matter (O.M.), ammonium (NH₄⁺), nitrate (NO₃⁻), ammonium (NH₄⁺) + nitrate (NO₃⁻), phosphorus (P) and base saturation (V) increased while exchangeable acidity (H + Al) decreased with application of manure. Leaf nitrogen (N) and P levels as well as biomass increased as manure rate increased. In plots that received synthetic fertilizer, elephant grass had a greater yield response compared to plots receiving organic compost.

Key words: composting, *Pennisetum purpureum*, organic residue

1. INTRODUÇÃO

Em nível mundial o Brasil destaca-se por possuir 8,8 e 17,6 milhões de cabeças de ovinos e caprinos, respectivamente (IBGE, 2014). Grande parte deste rebanho concentra-se na região Nordeste do país, cuja participação alcança valores de até 90% para caprinos e 60% para ovinos, sendo esta uma das principais atividades agropecuárias desenvolvidas por agricultores familiares (AQUINO; LACERDA, 2014).

Associado ao incremento das atividades agropecuárias e agroindustriais tem-se observado, nas últimas décadas, uma geração substancial de resíduos orgânicos. A proibição da utilização de resíduos como sólidos urbanos, industriais e de origem animal (MATOS et al., 2008), bem como o desconhecimento do seu potencial de uso na agricultura, tem conduzido ao descarte desses materiais em aterros sanitários, criando, assim, mais um passivo ambiental (SOUZA et al., 2014).

A compostagem tem sido empregada em várias partes do mundo por ser considerada boa alternativa para a destinação de animais mortos, uma vez que atende plenamente a crescente demanda por fertilizantes orgânicos (LAOS et al., 2002), tem um baixo custo de produção e um alto retorno econômico para a agropecuária (BELLAVAR; KONZEN., 2010). O número de granjas de aves e de suínos que realiza a compostagem no Brasil tem aumentado nos últimos anos e há estudos utilizando essa forma de tratamento para restos de animais mortos na bovinocultura (OTENIO et al., 2010), na piscicultura (ARAÚJO et al., 2011), na ovinocultura e caprinocultura (PRIMO et al., 2014; SOUZA et al., 2015). Na maioria das atividades agropecuárias existem áreas destinadas às capineiras dentre as quais se destaca no Brasil o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), em virtude de seu elevado potencial de produção de matéria seca, aceitabilidade, qualidade (PEREIRA et al., 2010), alta eficiência fotossintética (ALENCAR et al., 2010) e boa resposta às adubações nitrogenada e fosfatada (COSTA et al., 2006).

Costa et al. (2008) avaliaram o esterco de bubalinos e bovinos em capineira de *P. purpureum* e observaram produção de matéria verde de 54 e 52 t ha⁻¹·ciclo⁻¹, respectivamente. Hanish e Fonseca (2011) avaliaram a produtividade de sete forrageiras sob MO e mineral verificaram que o uso de 5 t ha⁻¹ de cama de frango promoveu resultados semelhantes aos obtidos com adubação mineral na matéria seca (MS) das espécies *Brachiaria brizantha*, *Axonopus catharinensis*, *Cynodon* spp. cv Tifton-85 e *Pennisetum purpureum*, podendo substituir de forma satisfatória a adubação mineral.

De modo geral, numerosos são os estudos voltados ao manejo desta forrageira tropical. Entretanto, trabalhos que avaliem suas respostas à da adubação com compostos orgânicos são escassos. Assim, o emprego de fontes de nutrientes geradas a partir de resíduos da produção agropecuária é alternativa interessante que pode auxiliar na ciclagem de nutrientes e aumentar a produção de capim-elefante.

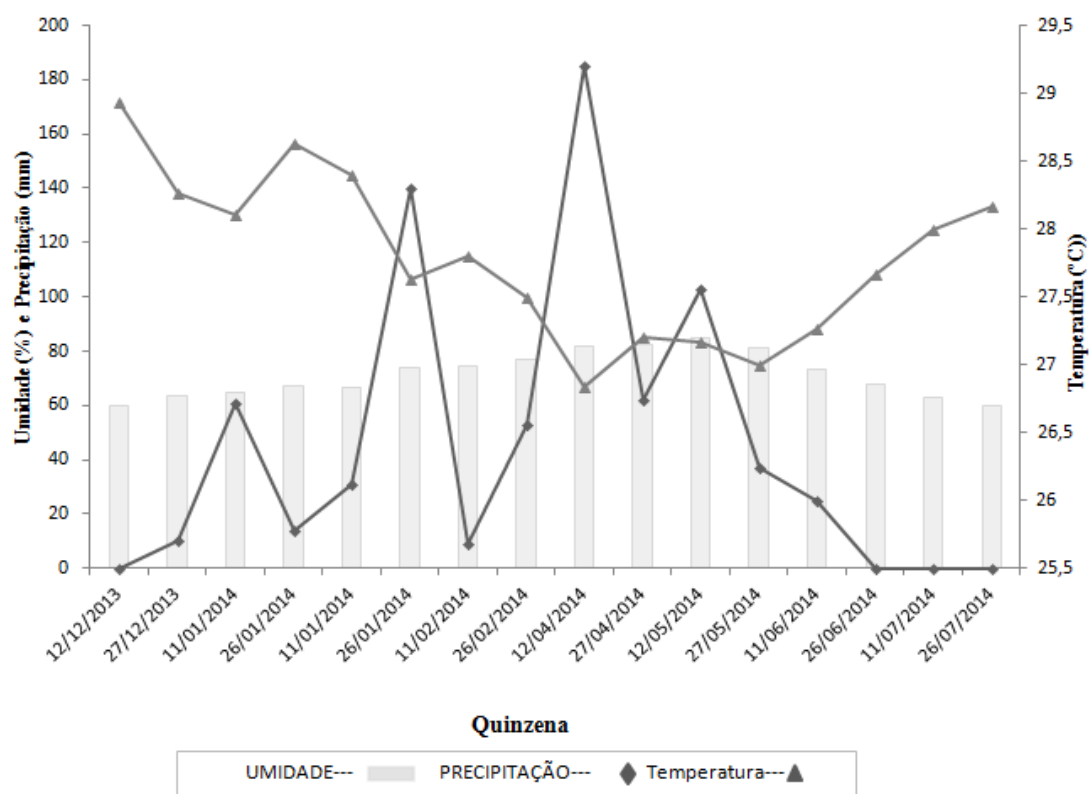
Pohlmann et al. (2009) avaliaram o efeito do uso agrícola de compostagem de carcaça de aves na cultura de milho verde em comparação a adubação mineral em doses equivalentes. Os autores verificaram que a adição do material compostado elevou o teor de cálcio e de potássio trocável no solo e que, o rendimento de milho foi similar à adubação mineral. Gomes et al. (2005) estudando alterações físicoquímicas do solo e produtividade de milho adubado com composto orgânico obtido a partir de resto desta cultura e esterco bovino em comparação a adubação mineral verificaram aumento de cálcio, potássio, carbono orgânico, magnésio e fósforo na adubação com composto orgânico, enquanto constataram redução desses nutrientes para adubação mineral.

Considerando-se o potencial agrícola de utilização do composto orgânico como fornecedor de elementos essenciais, objetivou-se avaliar os atributos químicos do solo, o estado nutricional e a produção do capim elefante em função da aplicação de doses do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral-CE (34°20' de latitude Sul e 40°21' de longitude Oeste, a uma altitude de 83m). O clima da região é do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, semiárido quente, com temperatura e precipitações médias de 28°C e 759 mm, respectivamente. Na Figura 1 estão apresentados os dados referentes às condições ambientais do período experimental, obtidos a partir da estação meteorológica, localizada na cidade de Sobral-CE, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014).

Figura 1 - Médias quinzenais da umidade relativa do ar, precipitação e temperatura durante o período experimental dividido em quatro ciclos.



Fonte: INMET, 2014.

Antes da implantação do ensaio, realizou-se coleta do solo para avaliação da fertilidade da área. As características físico-químicas do solo nas camadas de 0,0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m de profundidade estão apresentadas na Tabela 1. Com base na análise granulométrica (Tabela 1) classificou-se o solo como Neossolo Flúvico de textura franco-arenosa. A área experimental foi irrigado por um sistema de aspersão fixa de média pressão (pressão de serviço < 4,0 kgf cm⁻²).

O composto utilizado foi produzido adicionando-se: despojo (sólido) de abatedouros de caprinos e ovinos acrescido de 1,5 a 2,0 vezes da mistura de 50% de esterco da limpeza de apriscos e 50% de rejeito de comedouro e poda de árvores. O período de produção do composto foi de aproximadamente 120 dias, obtendo-se ao final deste período um material com 10% de umidade cujos atributos químicos, determinados conforme Abreu et al. (2006), estão apresentados na tabela 2.

Tabela 1 - Atributos químicos e granulométricos do solo coletado na área experimental.

Camada	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
(m)		g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --		----- mmol _c dm ⁻³ -----					
0 – 0,2	7	16	36	31	50	19	13	0	74,2	87,2
0,2 – 0,4	7,2	7	36	31	54	17	12	0	76,1	88,1
	V	PST	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	---- % ----		----- mg dm ⁻³ -----							
0 – 0,2	85	5,08	11	102	0,38	0,5	54	38	1,5	
0,2 – 0,4	86	4,84	8	98	0,23	0,5	32	20	1	
	Argila		Silte		Areia Total		Areia Grossa		Areia Fina	
	----- g kg ⁻¹ -----									
0 – 0,2	254		216		530		60		470	
0,2 – 0,4	239		251		510		70		440	

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (baixo); P – fósforo (muito bom); K – potássio (baixo); Ca – cálcio (muito bom); Mg – magnésio (bom); H+Al - acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB- soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por base; PST- porcentagem de sódio trocável; S – enxofre; Na – sódio; Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (alto); Zn – zinco (médio); Mn – manganês (alto); B – boro (médio). (ALVAREZ V. et al., 1999).

Tabela 2 - Valores médios dos atributos químicos do composto.

Nin	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	Nt	C	C/N
----- mg kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----		
355	250	105	20,3	175	9
P	K	Ca	Mg	S	Na
----- g kg ⁻¹ -----					
9	15,7	21,9	5,5	2,8	2,1
B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH
----- mg kg ⁻¹ -----					
20	30	2.051	175	138	6,7

Nin – nitrogênio inorgânico; N-NO₃⁻ - nitrato; NH₄⁺ - amônio; Nt – nitrogênio total; C – carbono; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Na – sódio; pH – potencial hidrogeniônico (CaCl₂); B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Zn – zinco.

O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com 4 repetições e medidas repetidas no tempo. As parcelas corresponderam a seis doses de composto orgânico e um tratamento adicional (adubação mineral) enquanto as subparcelas, correspondem a quatro ciclos de crescimento (60 dias), totalizando 28 unidades experimentais com dimensões de 5 x 5 m.

A quantidade do composto orgânico aplicada na capineira foi determinada de modo a fornecer uma dose de nitrogênio equivalente a 120 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ e baseou-se no teor de nitrogênio e na necessidade de atender à demanda exigida pela cultura para produção intensiva (FONSECA et al., 2010), com cortes realizados a cada 60 dias

(ANDRADE; GOMIDE, 1971). Assim, a dose padrão foi baseada no teor de N do composto e na necessidade da cultura para os quatro ciclos de crescimento.

Os tratamentos avaliados foram doses do composto orgânico equivalentes a 0; 13,3; 26,6; 39,9; 53,2; 79,8 t ha⁻¹ correspondente às doses: zero (0), metade (1/2) da dose padrão; a dose padrão (P); uma vez e meia a padrão (1,5); duas vezes a padrão (2,0), três vezes a padrão (3,0), além de um tratamento adicional (adubação mineral) com N (ureia) e K₂O (cloreto de potássio) equivalente a 120 e 150 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente.

A adubação orgânica foi aplicada em dose única segundo a recomendação de Malavolta (2002), no início do experimento após o corte de uniformização e a mineral foi fracionada em duas da seguinte forma: a primeira no início de cada ciclo (cinco dias após o corte) e a segunda, na metade do ciclo (trinta dias após o corte), segundo a recomendação de Fonseca et al. (2010). A distribuição dos fertilizantes orgânicos e minerais foi realizada a lanço na superfície em toda a área de cada parcela (25 m²).

As características químicas do solo foram avaliadas nas profundidades de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m. A amostragem de solo foi efetuada no final do quarto ciclo. A ferramenta utilizada para a amostragem do solo foi um trado holandês, sendo coletados sob amostras em dois pontos por parcela, para formar uma amostra composta. Após coletado, o solo foi seco ao ar e passado em peneira de 2 mm de abertura de malha, sendo caracterizado quimicamente para fins de fertilidade segundo Silva et al. (2009).

A diagnose foliar foi realizada por meio de amostras compostas provenientes de 6 amostras simples coletadas aleatoriamente dentro da parcela, sendo coletada a primeira folha recém-expandida (WERNER et al. 1997), ao sexagésimo dia após o corte de uniformização, sendo coletadas nos quatro ciclos de avaliação.

O material foi lavado e seco em estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C, até atingir massa constante. As amostras secas foram moídas em moinho tipo Wiley, para posterior análise de macro e micronutrientes, conforme descrito em Bataglia et al. (1983).

A avaliação da produtividade (biomassa de forragem total) do capim-elefante foi realizada sempre ao final de cada ciclo (60 dias após o corte anterior), totalizando quatro coletas. Para a coleta utilizou-se molduras (0,5 m x 1,0 m = 0,5 m²), com mensuração em dois pontos por parcela de maneira aleatória. Após o corte do material vegetal as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 55°C e pesadas em balança de precisão, até peso constante.

Após os 240 dias de aplicação do composto orgânico foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,20 m para quantificação do nitrogênio mineralizado: $N-NH_4^+$; $N-NO_3^-$ e $NH_4^+ + NO_3^-$; segundo Cantarella; Trivelin (2001).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância (teste F), teste de comparação de médias e análise de regressão, em que a interação entre doses de adubo orgânico \times ciclo foi desdobrada somente quando significativa. Para comparar o efeito dos ciclos, foi utilizado o teste Tukey (5%). Na análise de regressão, a escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, utilizando-se o teste “t”, de Student. Posteriormente, procedeu-se à análise de contraste entre o tratamento adicional (adubo mineral) e os tratamentos com adubo orgânico. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Química do solo

Verifica-se a influência do composto orgânico nas variáveis amônio, nitrato, somatório das frações nitrato e amônio (N inorgânico), matéria orgânica, fósforo (P), acidez potencial, saturação por base, boro (B), ferro (Fe) e zinco (Zn) no solo na camada 0,0 – 0,20m (Tabela 3).

Com relação à análise de contraste, a adubação com composto orgânico proporcionou maiores teores no solo para as variáveis amônio, nitrato e nitrogênio inorgânico, fósforo, saturação por bases, sódio e porcentagem de sódio trocável em relação à adubação mineral (Tabela 3).

Para a variável fósforo, tal resultado é explicado pela quantidade de P veiculada ao composto orgânico e que não houve adubação fosfatada mineral. O aumento do P disponível se deve à liberação de ácidos orgânicos da decomposição e posterior reação com o P na solução do solo, resultando em moléculas complexas de fósforo orgânico (GUPPY et al., 2005). Essa reação previne a precipitação do fósforo solúvel, bloqueia os sítios de adsorção do P na fase sólida, diminuindo a capacidade do solo em adsorver-lo (BUENO et al., 2011). Aumento dos teores de fósforo disponível em solos tratados com resíduos orgânicos tem sido relatado por diversos autores (MARQUES et al., 2007; CORRÊA et al., 2010; BUENO et al., 2011).

A elevação da saturação por bases ocorreu por uma possível adsorção do hidrogênio do solo pelo material orgânico adicionado (DAMATTO JUNIOR et al., 2006).

Os valores de sódio e porcentagem de sódio trocável podem ser atribuídos à adição do elemento com a aplicação das doses do composto orgânico, o que corrobora esta justificativa é que o Na é um dos elementos presente na carcaça de animais, sendo considerado um micronutriente para os animais (BEZERRA et al., 2001; PINHEIRO et al., 2011), as quais foram empregadas no processo de compostagem.

A adubação mineral promoveu maiores incrementos de acidez potencial e enxofre no solo em relação ao composto orgânico (Tabela 3). Desta maneira, pode-se inferir que a adubação mineral provocou maior acidificação do solo em relação à aplicação do composto orgânico, o que pode ser atribuído a nitrificação do N amoniacal, derivado da ureia que foi a fonte solúvel desse nutriente, conforme também relatado por Ciotta et al. (2002) e Ernani (2008).

Tabela 3 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0 - 0,20 m.

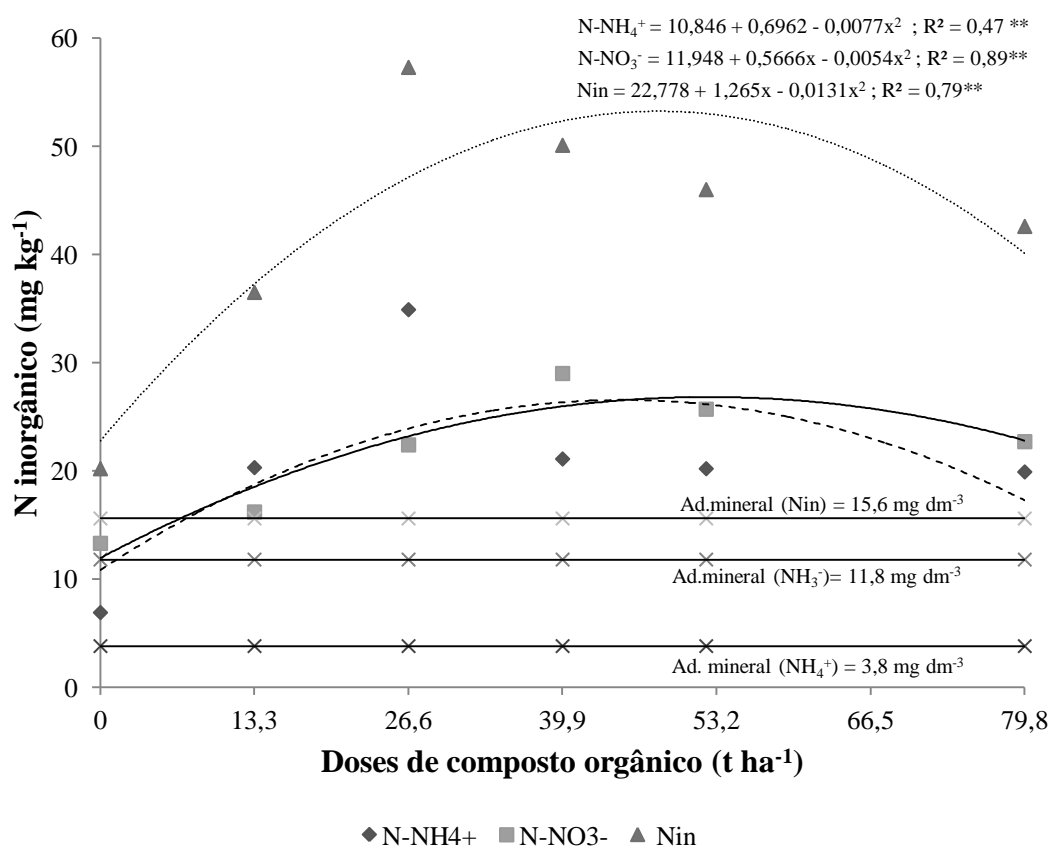
Doses	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	Nin	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻	Na	PST
t ha ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----				g dm ⁻³	- mg dm ⁻³ -		----- mmol _c dm ⁻³ -----					%	----- mg dm ⁻³ -----							%
0	6,9	13,3	20,2	7,2	22	34	35	70	28	15,3	103	118	87	0,3	0,7	29,8	36	2,0	4,0	98	3,6
13,3	20,3	16,2	36,5	7,0	23	37	31	75	30	14,3	109	124	88	0,3	0,7	25,3	33	2,0	5,0	91	3,0
26,6	34,9	22,4	57,3	7,2	24	47	27	61	29	13,8	94	108	87	0,3	0,8	26,0	34	2,0	4,3	80	3,3
39,9	21,1	29,0	50,1	7,2	30	88	25	75	32	12,8	112	125	90	0,4	0,5	22,5	37	3,1	4,3	98	3,4
53,2	20,2	25,7	46,0	7,2	33	91	29	69	30	12,5	103	116	89	0,4	0,8	22,5	36	3,1	6,5	95	3,6
79,8	19,9	22,7	42,6	7,3	39	93	31	71	33	12,3	109	121	90	0,4	0,6	16,0	38	4,8	3,5	104	3,7
Teste F	**	**	**	ns	*	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	**	ns	*	ns	**	ns	ns	ns
CV(%)	16,6	23,1	15,6	2,8	24,9	43,0	27,0	13,0	13,0	7,4	12,0	10,7	1,3	18,0	28	21,9	15,0	36,0	43,2	10,0	11,3
Contraste																					
Doses (x)	20,6	21,6	21	7,2	34	65	30	70	30	13,5	105	119	89	0,3	0,7	24,1	36	2,8	4,6	94	3,4
Ad.																					
Mineral	3,8	11,8	15,6	7,1	26	33	27	71	27	15,3	102	117	87	0,3	0,7	24,6	36	1,9	6,8	76	2,8
Teste F	**	**	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	**

N-NH₄⁺ - Amônio; N-NO₃⁻ - Nitrato; Nin - Nitrogênio inorgânico; pH - Potencial hidrogeniônico; M.O. - Matéria orgânica; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; H+Al - Acidez potencial; SB - Soma de base; CTC - Capacidade de troca catiônica; V - Saturação por base; B - Boro; Cu - Cobre; Fe - Ferro; Mn - Manganês; Zn - Zinco; S-SO₄²⁻ - Enxofre; Na - Sódio; PST - Porcentagem de sódio trocável. Ad. Mineral - Adubação Mineral. ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Houve incremento nas concentrações de amônio, nitrato e N inorgânico (N-NH_4^+ + N-NO_3^-) até as doses de 49,9; 56,9 e 48,1 t ha^{-1} de composto, respectivamente, doses superiores causaram nos teores dessas formas de N decréscimo com as doses aplicadas (Figura 2).

A diferença de doses entre os pontos de máximo em função das doses do composto orgânico estão coerentes, haja vista que no processo de mineralização há necessidade de passagem da forma amoniacal para nitrato (CANTARELLA, 2007). Ainda na Figura 2 pode-se verificar predominância das concentrações de nitrato sobre os valores de amônio, indicando que não houve limitação do processo de nitrificação (SAHRAWAT, 2008). Resultados similares foram obtidos por Adame (2014) em trabalho com composto orgânico à base de resíduos da piscicultura e Rogeri et al. (2015) em estudo com cama de frango aplicada em Cambissolo Húmico.

Figura 2 - Concentração de nitrato, amônio e nitrogênio inorgânico (N-NH_4^+ + N-NO_3^-) em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0 – 0,20 m de profundidade. ** Significativo a 5%

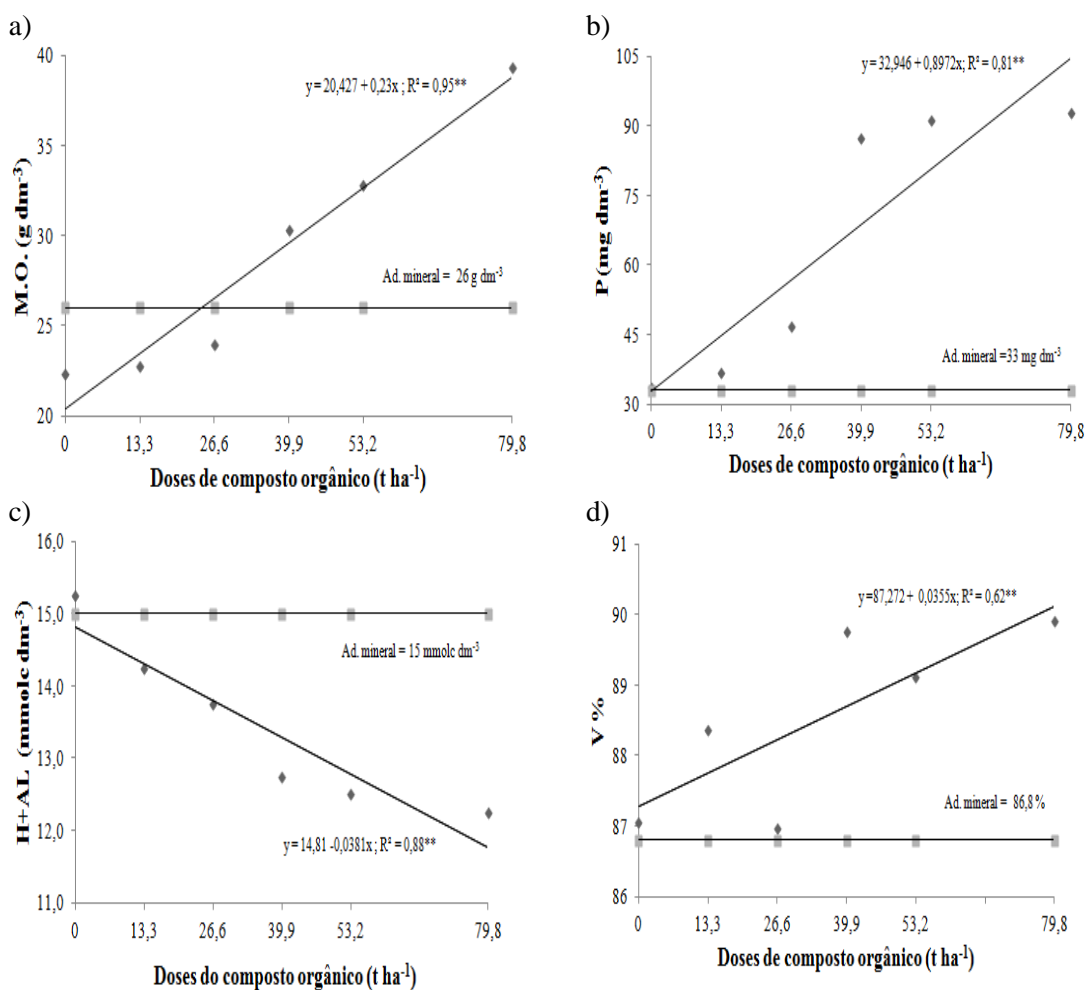


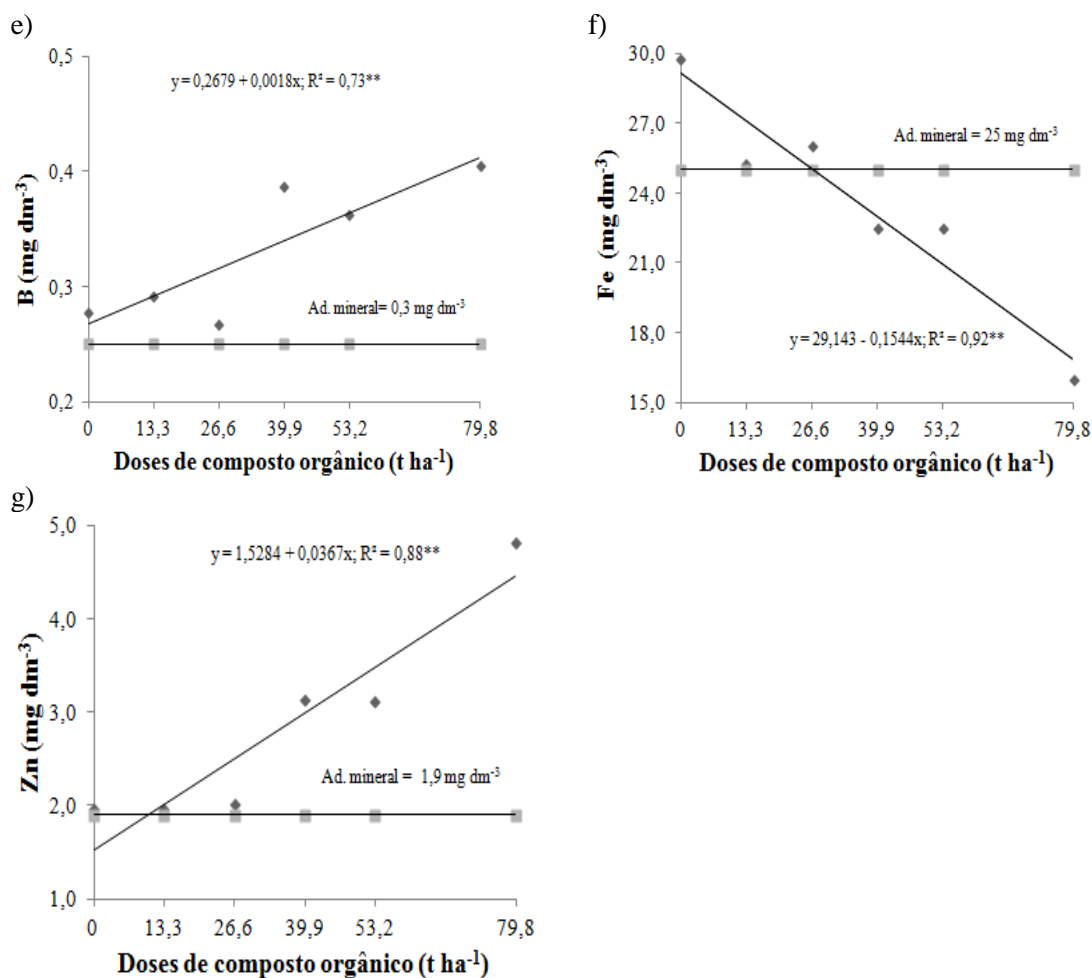
Fonte: Dados da pesquisa.

A possível explicação para os resultados relatados para nitrogênio no solo pode estar associada a diferentes fatores como as perdas de N por volatilização já que o experimento estava em condições de alta temperatura ($\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$), com pH do solo em torno de 7,0 (Tabela 3), condições favoráveis para a volatilização (SANGOI et al., 2003). Ainda, a área experimental foi irrigada, podendo parte do N ter sido lixiviado.

Observou-se efeito linear crescente do teor de matéria orgânica no solo pela aplicação do composto orgânico (Figura 3a). Resultados deste trabalho corroboram com os obtidos por Ouvires et al. (2010), Maria et al. (2007), Navas et al. (1998), Aggelides et al. (2000) os quais obtiveram aumento dos teores da matéria orgânica no solo com o emprego de compostos orgânicos. A elevação do teor de matéria orgânica do solo constitui o principal benefício do uso agrícola de resíduos orgânicos devido sua contribuição para a melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (BERTON; VALDARES, 1991).

Figura 3 - Valores de matéria orgânica (a), fósforo (b), acidez potencial (c), saturação por bases (d), boro (e), ferro (f) e zinco (g) em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0 – 0,20 m de profundidade. ** Significativo





Fonte: Dados da pesquisa.

Houve comportamento linear crescente dos teores de P com as doses de composto orgânico (Figura 3b) em que o aumento da disponibilidade deste elemento pela aplicação do composto pode ser atribuído ao incremento de material orgânico, que devido ao processo de mineralização e formação de fosfatos orgânicos mais fracamente retidos no solo permite maior liberação de P (MELLO, 1980). Motta et al. (2002) comentam que, devido à baixa mobilidade de P no solo e ao acúmulo devido à aplicação de adubo orgânico, pode haver acúmulo do nutrientes nas camadas superficiais do solo. Costa et al. (2004) confirmam a explicação anterior, pois segundo os autores na utilização de altas doses de composto orgânico, quando o teor de matéria orgânica esteve acima de 80 mg dm^{-3} anulou o efeito da fixação, aumentando a disponibilidade de P. Resultados semelhantes foram obtidos por Andraski et al. (2003), Ceretta et al. (2003), Queiroz et al. (2004), Santos et al. (2004), Costa et al. (2004), Ouvires et al. (2010); Ricci et al. (2010) e Souza et al. (2012).

Quanto a acidez potencial houve redução linear com o aumento das quantidades de composto aplicado ao solo, com valores estimados de 14,81 e 11,77 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ de solo com as doses de 0,0 e 79,8 t ha^{-1} , respectivamente (Figura 3c). Contudo, comportamento inverso foi observado com relação à saturação por base, em que para cada tonelada de composto empregado há elevação de 0,04 pontos percentuais (Figura 3d). Pode-se admitir que esse aumento no valor da saturação por base deve-se à presença de bases solúveis (CASSOL et al., 2011). Destaca-se que a acidez potencial é inversamente proporcional à saturação por base (MALAVOLTA, 2006).

Em relação ao teor de boro, observou-se efeito linear crescente às doses de composto (Figura 3e), sendo justificado pelo fato do material orgânico ser fonte desse nutriente (Tabela 2), indicando que houve liberação do micronutriente pela mineralização da matéria orgânica. Segundo Malavolta (1980), a mineralização da M.O. pode ocorrer formação de compostos de baixa solubilidade entre o B e a matéria orgânica com a diminuição da acidez, principalmente a pH acima de 7,0 (Tabela 3). Quanto aos teores de zinco no solo, observou-se elevação linear, conforme aumento das doses de composto orgânico (Figura 3g), de modo que, para cada tonelada aplicada de composto há elevação de 1,53 mg dm^{-3} . Santos et al. (2008), referindo-se à matéria orgânica e aos micronutrientes, relataram que a formação de complexos com compostos orgânicos reduz a possibilidade da precipitação como óxidos no solo. Desta forma, a complexação (formação de quelatos) de zinco, entre outros minerais como, por exemplo, ácidos orgânicos de baixo peso molecular aumentariam a sua disponibilidade, pois o quelato torna-se uma forma de depósito desses elementos (OUVIREZ et al., 2010).

Para o teor de ferro no solo, observou-se efeito linear decrescente com o aumento das doses de composto orgânico (Figura 3f), o que pode estar associado aos níveis de pH do solo que estão em torno de 7,0 (Tabela 3), em que nesses valores os íons de Fe^{2+} podem diminuir (RICCI, 2016). Esse resultado corrobora com Rodrigues et al. (2012) e Souza et al. (2012) que avaliando doses de composto orgânico observaram a diminuição do Fe no solo com a elevação das doses do composto orgânico.

Seganfredo (2000) e Cassol et al. (2011) constataram o enriquecimento do solo em zinco extraível, principalmente nas camadas superficiais do solo, quando dejetos de suíno é adicionado em doses elevadas. Herwijnen et al. (2007) utilizando composto de lodo de esgoto, verificaram que sua aplicação no solo aumentou em até três vezes o

teor de zinco no solo. O acúmulo deste elemento no solo é favorecida pela ocorrência de ligações entre a superfície dos coloides minerais e orgânicos do solo (ERNANI, 2008).

Na camada de 0,20 – 0,40 m o composto orgânico influenciou as variáveis pH, acidez potencial, saturação por bases e sódio (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0,20 – 0,40 m de profundidade.

Doses	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	Cu	Fe	Zn	Mn	B	S-SO ₄ ²⁻	Na	PST	
t ha ⁻¹		g dm ⁻³	- mg dm ⁻³ -				mmol _c dm ⁻³			%				mg dm ⁻³				%	
0	7,1	11	37	23	71	29,5	14,5	105,2	119,7	88	0,7	19,8	1,3	25,4	0,2	5,3	95	3,5	
13,3	7,0	14	40	29	73	28,3	13,5	105,8	119,3	89	0,7	22,9	1,2	27,0	0,2	4,5	88	3,3	
26,6	7,2	11	30	24	74	29,3	12,8	107,7	120,7	89	0,7	17,5	1,2	23,5	0,2	5,0	93	3,4	
39,9	7,0	13	37	25	73	29,5	12,8	106,9	119,7	89	0,7	69,7	1,2	23,3	0,2	4,8	103	3,8	
53,2	7,3	10	33	25	73	31,8	12,3	110,2	122,4	90	0,6	18,1	1,2	26,0	0,3	5,5	113	4,0	
79,8	7,3	10	35	29	75	32,8	12,3	112,9	125,2	90	0,6	17,4	1,3	27,0	0,3	4,5	111	3,9	
Teste F	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	
CV(%)	1,6	23,2	40,2	18	10	14,7	5,6	10,7	9,8	1,1	19,3	15,8	24,1	26,4	33,0	22,7	9,3	12,3	
Contraste																			
Doses (x)	7,1	11	35	26	73	30,2	13,0	108,1	121,1	89	0,7	27,5	1,2	25,4	0,2	4,9	101	3,6	
Ad.																			
Mineral	7,0	10	54	24	71	28,5	12,8	102,9	115,6	89	0,6	19,3	1,4	28,5	0,2	5,0	79,5	3,0	
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	

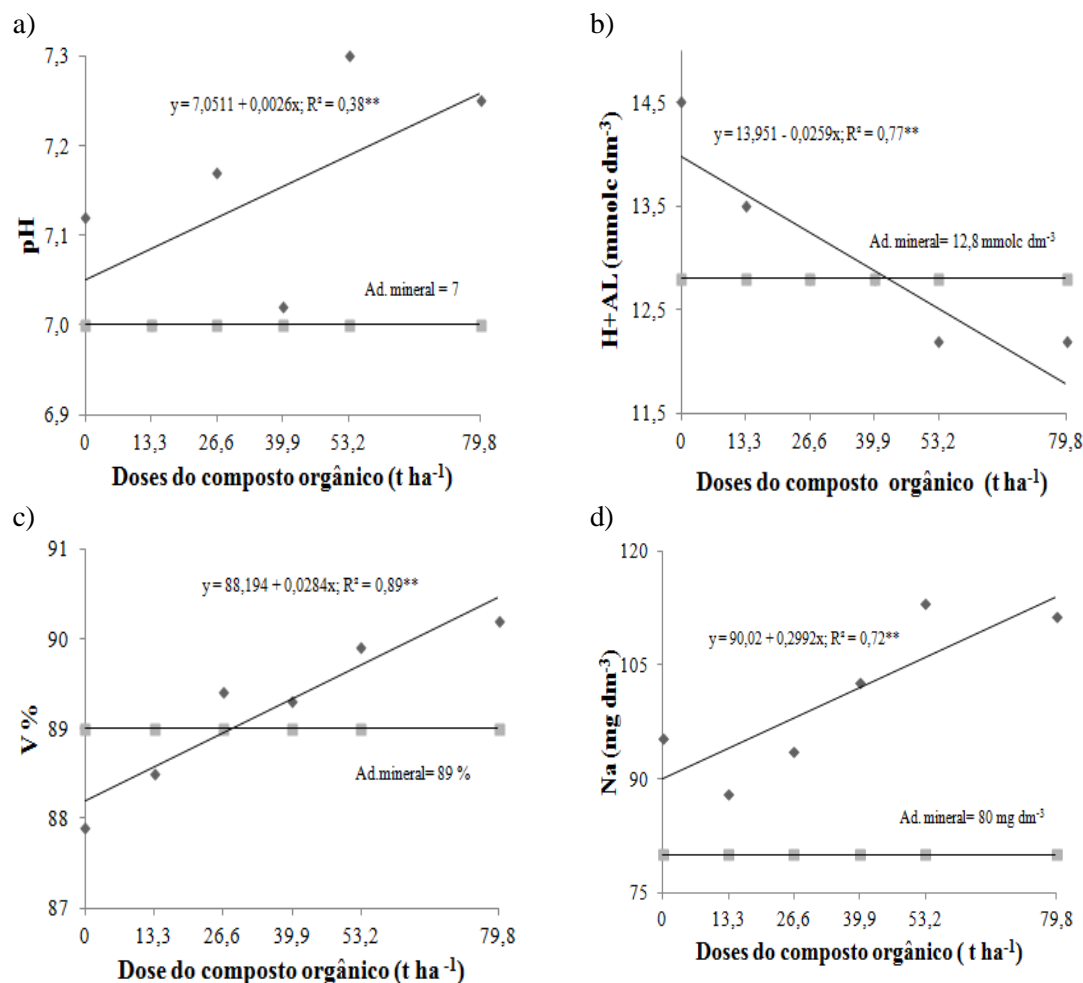
pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; H+Al –Acidez potencial; SB – Soma de base; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; B – Boro; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Mn– Manganês; Zn - -Zinco; S-SO₄²⁻ - Enxofre; Na – Sódio; PST – Porcentagem de sódio trocável. Ad. Mineral – Adubação Mineral. ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Em relação à análise de contraste (Tabela 4) observou-se que houve resultado significativo entre a adubação mineral e adubação orgânica apenas para o teor de sódio e porcentagem de sódio trocável. Para ambos os atributos, a adubação orgânica proporcionou maiores teores. Uma justificativa para esse resultado é o fato do composto orgânico ser fonte de matéria orgânica (presença de sais) (Tabela 2), sendo a área irrigada e o solo apresentar uma textura franco-arenoso, tendo assim uma baixa retenção do sódio, conseqüentemente maior carreamento do elemento para a camada subsuperficial, o que reforça a afirmação de Assis et al. (2013), de que as alterações do lixiviado dependem das características do solo. O resultado condiz com os encontrados por Brito et al. (2009) que, avaliando o comportamento de diferentes classes de solos (Nitossolo Háptico, Argissolo Amarelo e Espodossolo Cárbico) antes e após a aplicação de vinhaça, verificaram a elevação nos teores de Na nas camadas mais profundas dos solos estudados.

Observou-se incremento linear crescente para as variáveis pH, saturação por bases e sódio com a aplicação das doses de composto orgânico (Figura 4 a, c, d, respectivamente). O resultado oposto foi encontrado para acidez potencial (Figura 4 b) em que para cada tonelada de composto observou-se redução de $13,95 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Para saturação por bases e acidez potencial o mesmo comportamento foi constatado na camada de 0 – 0,20 m. Assim, pode-se realizar raciocínio análogo a esta profundidade, em que o emprego do composto incrementou a quantidade de bases solúveis. Adicionalmente, como a área é irrigada, contribuindo para a incorporação do material sendo observado os aumentos de pH e V e diminuição do H+Al.

Os compostos orgânicos hidrossolúveis, originados da decomposição de resíduos orgânicos complexam cátions de reação ácida (Fe^{+2} , Mn^{+2} e Al^{+3}) na solução do solo, liberando ânions (OH^- , HCO_3^-) que causam a precipitação do alumínio e aumentam o pH (PETRERE; ANGHINONI, 2001).

Figura 4 - Valores de pH (a), acidez potencial (b), saturação por base (c) e sódio (d) em função de doses do composto orgânico sob o cultivo do capim-elefante na camada 0,20 - 0,40 m de profundidade.



Fonte: Dados da pesquisa.

O incremento do sódio com aplicação do composto (Figura 4d) é devido à baixa absorção pelas plantas, baixa adsorção e grande mobilidade no solo, além do fato da capineira ser irrigada, proporcionando a lixiviação do sódio das camadas superficiais para as subsuperficiais do solo (SILVA et al., 2010). Jnad et al. (2001) constataram aumento na concentração de sódio no solo decorrente da aplicação de esgoto sanitário tratado por sistema de irrigação por gotejamento superficial, em áreas cultivadas com gramíneas. SILVA et al. (2010) também observaram que a aplicação de água residuária de suinocultura proporcionou acúmulo de sódio trocável até a camada de 0,60 a 0,70m em solo cultivado com capim-tifton 85. Assim, os resultados apresentados corroboram com a lixiviação deste nutriente, pois a aplicação do composto foi realizada em superfície.

Os valores de PST permaneceram abaixo do limite de 15%, considerado indicador de sodicidade do solo (RICHARDS, 1997), não atingindo, portanto, até o ciclo estudado neste trabalho, alto nível de salinização/sodificação no solo de nenhuma das parcelas experimentais. A concentração de sódio trocável no perfil se manteve em níveis considerados aceitáveis para que não seja colocada em risco a qualidade do solo no que se refere ao problema de salinização/sodificação e, conseqüentemente, risco potencial, também, para as águas subterrâneas (SILVA et al. 2010). O solo pode ser classificado como normal quanto à salinidade.

3.2 Estado nutricional

Na análise foliar apresentada na Tabela 5 observou-se efeito entre as doses de composto orgânico para nitrogênio e fósforo na folha diagnóstica de capim-elefante, cujo melhor modelo foi o linear crescente e quadrático, respectivamente (Figuras 5 a, b). Segundo Faquin (2005), o nitrogênio é um dos minerais mais exigido pelas plantas, onde 90% deste está contido no tecido vegetal na forma orgânica, onde exercem funções de constituinte de enzimas e componente da estrutura de macromoléculas.

Tabela 5 - Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para teor de nutrientes na folha diagnóstica do capim elefante cv. Cameroon em função de doses do composto orgânico.

Doses (D)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----				
0	13,7	2,0	15,6	3,1	1,5	1,6	10,5	6,7	98	18	19
13,3	14,0	2,7	16,2	3,1	1,5	1,4	14,4	6,8	116	17	19
26,6	14,3	2,8	14,8	3,3	1,7	1,5	11,2	6,8	136	17	19
39,9	14,8	2,9	14,3	3,2	1,7	1,7	12,8	7,1	116	17	20
53,2	14,3	3,1	15,7	3,3	1,8	1,6	9,4	6,8	129	17	21
79,8	15,5	3,2	16,0	3,2	1,8	1,7	11,6	7,5	124	16	21
Teste F	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV ₁ (%)	8,3	13,1	27	13,5	21,5	27,8	31,3	25,1	46,4	27,1	13
Ciclos(C)											
1	15,1a	2,2c	18,4a	0,8c	0,3c	2,3a	9,6b	8,1a	163,5a	18,6a	19,7ab
2	15,3a	2,9b	15,7b	4,1a	1,7b	1,6b	11,8ab	7,1ab	144,3ab	15,3b	19,8a
3	14,4a	3,2a	12,0c	4,4a	2,8a	1,3bc	12,7a	5,9c	96,2bc	16,7ab	21,7a
4	12,9b	2,8b	15,6b	3,6b	1,9b	1,2c	12,5a	6,6bc	75,3c	16,3ab	17,7b
Teste F	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV ₂ (%)	8,6	9,6	11,9	14,7	19,5	30,3	30,5	20	53,6	19,6	14,1
D x C	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

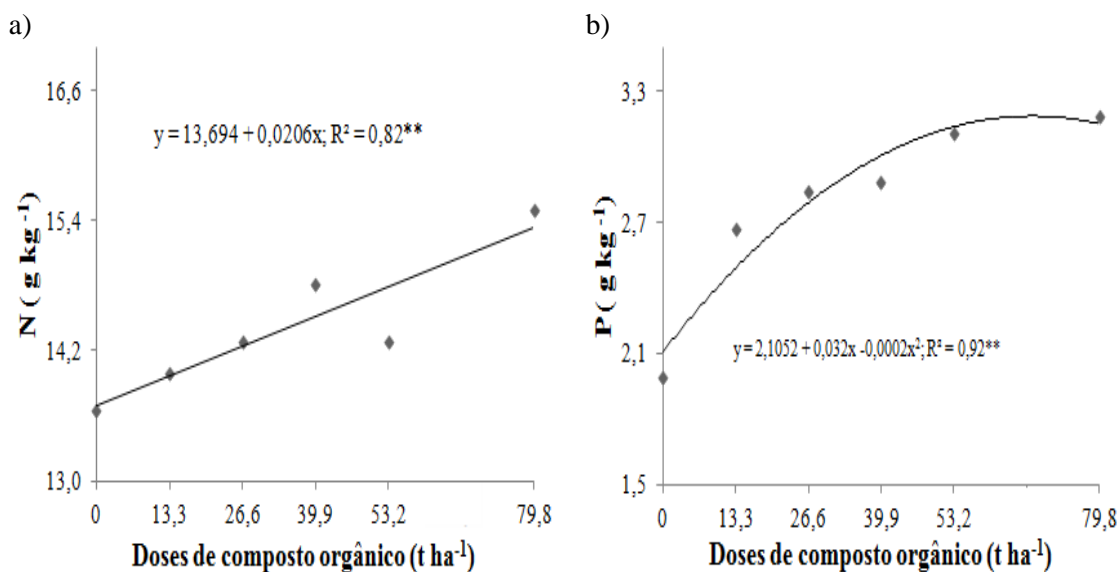
¹ médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na comparação com os teores considerados adequados pela literatura para plantas forrageiras (WERNER et al., 1997), avaliando-se os ciclos 1 e 2 foi observado que as concentrações de nitrogênio permanecem dentro do padrões nutricional comumente observado na literatura (15 a 25 g kg⁻¹) (WERNER et al., 1997). Contudo, a partir do 3º ciclo, o teor foliar de nitrogênio se apresentou abaixo do padrão da cultura, o que reforça a ideia de limitação do crescimento por falta desse nutriente mediante o uso do composto orgânico. Uma possível explicação é que composto orgânico pode liberar o N rapidamente devido sua baixa relação C/N, conseqüentemente pode ter havido possíveis perdas por lixiviação diminuindo a sua disponibilidade. Os demais nutrientes como fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, ficaram dentro da faixa considerada adequada por Werner et al. (1997) mesmos autores durante todos os ciclos avaliados (Tabela 5).

De modo geral, por mais que tenham sido observadas oscilações durante os ciclos, os micronutrientes como cobre, ferro, boro e zinco apresentaram teores dentro da faixa considerada adequada (WERNER et al. 1997); diferentemente do manganês, cujos níveis ficaram abaixo do adequado para a cultura (WERNER et al. 1997) (Tabela 5). No entanto, esse resultado pode ser explicado, visto que a formação de complexos estáveis entre a matéria orgânica e o manganês ao ocasionar problemas de deficiência, diminui a absorção pela planta.

A liberação de compostos orgânicos pela mineralização proporciona a formação de complexos estáveis com os micronutrientes na solução do solo, podendo aumentar sua mobilidade e disponibilidade para as plantas (FRANCHINI et al., 2004).

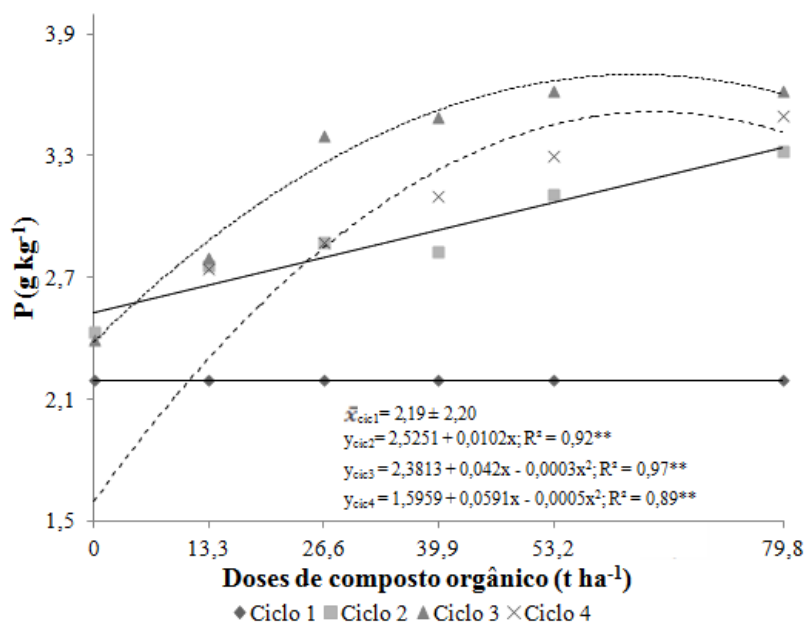
Figura 5 - Concentração de nitrogênio (a) e fósforo (b) na folha diagnóstica do capim elefante em função de doses do composto orgânico. ** - significativo a 1%.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao desdobramento da interação de doses de composto orgânico x ciclos, observou-se efeito significativo apenas para a concentração de fósforo nas folhas (Tabela 5). Contudo, verifica-se comportamento linear para o ciclo 2 e quadrático para os ciclos 3 e 4 com ponto de máximo de 3,85 e 3,34 g kg⁻¹ nas doses 70 e 59,1 t ha⁻¹, respectivamente (Figura 6). Apesar de ocorrido no solo incremento do elemento com as doses do composto e na planta houve pontos de máximo nos últimos ciclos, pode-se mencionar que para este nutriente menores quantidades do composto poderiam ser empregadas.

Figura 6 - Concentração fósforo (b) na folha diagnóstica do capim elefante em função de doses do composto orgânico. ** - significativo a 1%.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 6 é apresentada a análise de contraste para o teor de nutrientes na folha diagnóstica do capim elefante em função de doses do composto orgânico. Verifica-se que em todos os ciclos a adubação orgânica foi superior a fertilização mineral para o elemento fósforo, o magnésio apresentou efeito superior apenas no ciclo 1. Tal efeito evidencia que o fósforo existente no composto orgânico está sendo mineralizado e absorvido pelas plantas.

A adubação mineral proporcionou maior concentração do nutriente nitrogênio no primeiro e último ciclo, resultado análogo ocorreu para o elemento potássio, com concentração superior a adubação orgânica apenas para o ciclo 3, este fato justifica-se pela diminuição da mineralização com composto orgânico e pela aplicação por ciclo dos adubos minerais, cuja fonte é solúvel.

Tabela 6 - Valores médios e análise de contraste para teor de nutrientes na folha diagnóstica de capim elefante em função de doses do composto orgânico e adubação mineral.

Contraste	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----					
	Ciclo 1										
Doses (média)	15,1	2,2	18,4	0,8	0,3	2,3	8,9	8,1	163,5	18,6	19,7
Ad. Mineral	17,2	1,6	13,9	0,8	0,4	2,5	10,0	9,0	172,0	20,5	25,8
D vs Ad. Mineral	**	**	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**
	Ciclo 2										
Doses (média)	15,5	2,9	15,7	4,1	1,8	1,6	11,8	7,1	144,3	15,6	20,0
Ad. Mineral	16,6	1,7	16,0	4,1	1,5	1,8	12,5	7,5	144,0	29,0	23,8
D vs Ad. Mineral	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	**
	Ciclo 3										
Doses (média)	14,5	3,2	12,0	4,4	2,8	1,3	13,5	5,8	96,2	16,7	21,5
Ad. Mineral	14,4	2,0	15,9	4,0	1,8	1,4	17,0	6,0	111,0	33,0	22,0
D vs Ad. Mineral	ns	**	*	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	ns
	Ciclo 4										
Doses (média)	12,2	2,8	15,6	5,8	2,4	1,7	12,3	6,9	75,3	16,3	17,7
Ad. Mineral	16,5	1,8	18,5	3,8	1,6	1,2	11,8	8,0	106,0	34,0	25,3
D vs Ad. Mineral	**	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	**	**

^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

3.3 Produção de capim-elefante

Na Tabela 7 verificou-se para o fator doses significância para a biomassa de forragem total, em que para cada tonelada de composto aplicado há elevação de 5.668 kg de MS ha⁻¹. Esse resultado corrobora com Araújo et al. (2008) que obtiveram acréscimo na produtividade do capim-Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) com a aplicação da adubação orgânico.

Tabela 7 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para a biomassa de forragem total do capim-elefante em função de doses do composto orgânico.

Doses (D)	BFT
t ha ⁻¹	Kg ha ⁻¹
0	4457,1
13,3	7106,1
26,6	9889,3
39,9	11327,2
53,2	12529,9
79,8	14034,5
Teste F	**
CV ₁ (%)	36,39
Ciclos (C)	
1	17170,9a
2	8318,4b
3	7872,9bc
4	6388,3c
Teste F	**
CV ₂ (%)	23,29
D x C	**

BFT- Biomassa de Forragem Total; CV₁ – coeficiente de variação da parcela. CV₂ – coeficiente de variação da subparcela; BFT = 5668,7 + 119,04x; R² = 0,92**;¹ médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

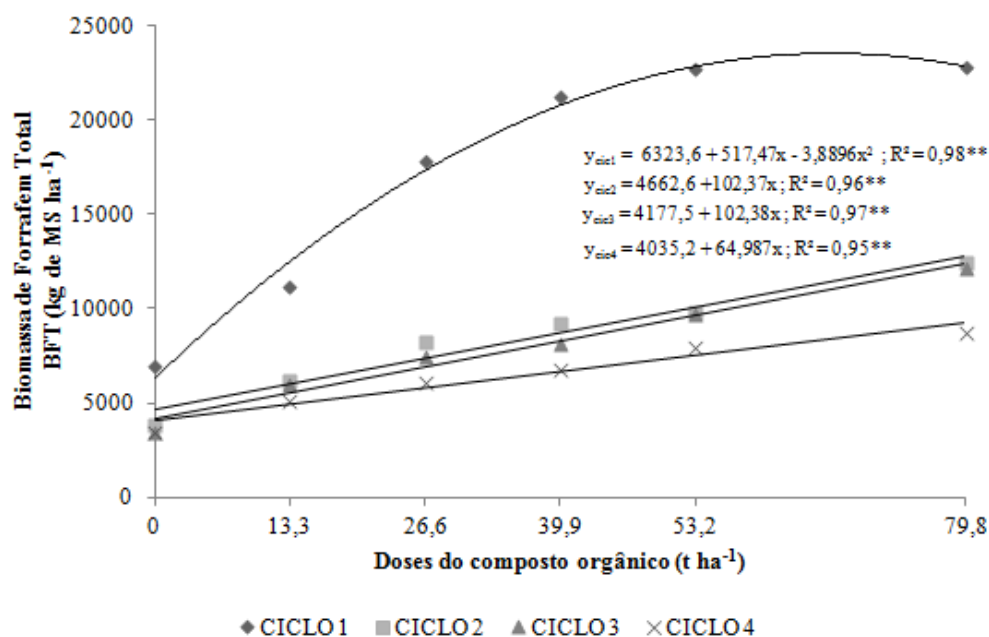
Para o fator ciclos o primeiro corte proporcionou os maiores valores de produção de capim em comparação com os demais (Tabela 7), ou seja, houve queda gradual da produção de capim com o passar dos ciclos. O resultado está associado à liberação e disponibilidade de nutrientes provenientes do composto orgânico e sua influência sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

Quanto à interação doses x ciclos, houve efeito para a biomassa de forragem total (BFT) (Tabela 7). Verifica-se comportamento quadrático no ciclo 1 com ponto de máximo estimado em 23.534 kg de MS ha⁻¹ ciclo⁻¹ na dose de 66,5 t ha⁻¹ do composto (Figura 7). Assim, infere-se que a aplicação do composto orgânico resultou em maior biomassa de forragem total no ciclo 1 e foi diminuindo nos ciclos seguintes. A queda da biomassa de forragem total do capim-elefante em função dos ciclos pode ser justificada em função da baixa relação C/N do composto orgânico, conseqüentemente, com uma rápida mineralização (KIEHL, 1985), disponibilizando os nutrientes mais rapidamente nos primeiros ciclos. A rápida mineralização inicial, seguida de diminuição, é comum em estudos de mineralização de resíduos aplicados em solos (MANTOVANI et al.,

2006), e a maior quantidade de N mineralizada no início é atribuída à presença de frações orgânicas de fácil mineralização, com posterior predomínio de formas de difícil decomposição (YAGI et al., 2009). Segundo Pereira (2014), a maior parte do N mineralizado do composto orgânico proveniente da produção e abate de pequenos ruminantes ocorre nos primeiros 14 dias de incubação em Luvissoilo Crômico Órtico, sendo isso atribuído à decomposição de formas mais lábeis de N, predominando, posteriormente, formas de N mais recalcitrantes.

Assim, infere-se que a aplicação do composto orgânico foi eficiente na melhoria da biomassa de forragem total do capim-elefante durante o período de avaliação. Esse resultado corrobora com Araújo et al. (2011) que avaliando adubação com esterco bovino promoveu incremento a produção de biomassa do *Brachiaria brizanta* cv. Marandu em um Neossolo Flúvico.

Figura 7 - Efeito das interações entre doses do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes e os ciclos sobre os componentes de biomassa de forragem total (BFT).



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a análise de contraste (Tabela 8), verificou-se significância para os ciclos 2, 3 e 4, em que a adubação mineral proporcionou maior produção da biomassa de forragem total em relação à adubação com composto orgânico. Esse resultado se justifica pelo fato da adubação mineral ser aplicada em cada ciclo estando os nutrientes prontamente disponíveis.

O composto orgânico tem efeito direto sobre a produção de forragem. A maior eficiência do nitrogênio e as respostas em termos de produção ocorrem quando os demais nutrientes estiverem em equilíbrio na solução do solo, gerando um ambiente favorável aos processos de absorção por parte da planta forrageira (Corsi; Nussio, 1992). Com relação ao acréscimo de nutrientes no solo provindos do composto orgânico, pode-se inferir que há contribuição dos macro e micronutrientes para a produção da forrageira.

Tabela 8 - Valores médios e análise de contraste para a produtividade de capim-elfante em função de doses do composto orgânico e adubação mineral.

Contraste	BFT
	Kg ha ⁻¹
Ciclo 1	
Doses (média)	8612
Ad. Mineral	8753
D vs Ad. Mineral	ns
Ciclo 2	
Doses (média)	4230
Ad. Mineral	6594
D vs Ad. Mineral	**
Ciclo 3	
Doses (média)	3440
Ad. Mineral	7346
D vs Ad. Mineral	**
Ciclo 4	
Doses (média)	3236
Ad. Mineral	7829
D vs Ad. Mineral	**

ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente.

4. CONCLUSÕES

As doses de composto orgânico promoveram aumento nas concentrações de matéria orgânica, fósforo e saturação por base e redução da acidez potencial no solo.

Com a aplicação do composto orgânico o teor foliar de todos os nutrientes estudados manteve-se adequado para todos os ciclos avaliados, com exceção para o macronutriente N e o micronutriente Mn.

Quantidades crescentes de composto orgânico de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes incrementaram a biomassa de forragem total do capim-elefante.

A adubação mineral proporcionou maior incremento da produção do capim-elefante em relação ao composto orgânico no decorrer dos ciclos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. F.; ANDRADE, J. C.; FALCÃO, A. A. Protocolos de análises químicas. In: ANDRADE, J.C.; ABREU, M. F. **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2006. p. 121-158.
- ANDRASKI, T.W.; BUNDY, L.G.; KILIAN, K.C. Manure history and long-term tillage effects on soil properties and phosphorus losses in runoff. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, p. 1783-1789, 2003.
- AGGELIDES. S. M.; LONDRA, P. A. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. **Bioresource Technology**, v.71, p. 253 - 259. 2000.
- ALENCAR, C.A.B.; OLIVEIRA, R.A.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; FIGUEIREDO, J.L.A.; CUNHA, F.F.; CECON, P.R.; LEAL, B.G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.11, n.1, p.48-58, 2010a.
- ALVAREZ V, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T. G.; ALVAREZ V, V.H. **Recomendações de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- ANDRADE, I.F.; GOMIDE, J.A. Curva decrescimento e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Revista Ceres**, n. 18, p. 31-47, 1971.
- AQUINO, J.R.; LACERDA, M.A.D. Magnitude e condições de reprodução Econômica dos agricultores familiares pobres no semiárido brasileiro: evidências a partir do Rio Grande do Norte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.52 supl.1 Brasília. 2014.
- ARAÚJO, F.B.; SANES, F.S.M.; STRASSBURGUER, A.S. et al. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**. Fortaleza, v. 6, n.2, p. 1-5, 2011.
- ARAÚJO, L.C.; SANTOS, A.C.; FERREIRA, E.M. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-mombaça. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias Ambientais**, v. 6, n. 1, p. 65-72, 2008.
- ASSIS, F.M.C.V.; ANDRADE, C.W.L.; MONTENEGRO, A.A.A. lixiviação de íons, potássio e sódio em colunas de solo deformado. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 2013.

- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BELLAVER, C.; KONZEN, E.A. Avanços tecnológicos na compostagem de resíduos orgânicos. **Avicultura Industrial**, v. 1188, n. 4, 2010.
- BERTON, R.S. & VALADARES, J.M.A.S. Potencial agrícola do composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. **O Agrônômico**, v. 43, p. 87-93, 1991.
- BESERRA, F.J., MOURA, R.P.; SILVA, E.M.C. et al. Características químicas e físico-químicas da carne de caprinos SRD com diferentes pesos de abate. **Revista TeC Carnes**, v.3, n.2, p.1-6, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instituto Nacional de Meteorologia** (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em 20 de dezembro de 2014.
- BRITO, F.L.; ROLIM, M.M.; PEDROSA E.M.R. Efeito da aplicação de vinhaça nas características químicas de solos da zona da mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, p. 456-462, 2009.
- BUENO, J.R.P.; BERTON, R.S.; SILVEIRA, A.P.D. et al. Chemical and microbiological attributes of on oxisol treated with successive applications of sewage sludge. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1461-1470, 2011.
- CASSOL, P.C.; SILVA, D.C.P.; ERNANI, P.R. et al. Atributos químicos em Latossolo Vermelho fertilizado com dejetos suíno e adubo solúvel. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.10, n.2, p.103-112, 2011.
- CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. In: RAIJ, B. Van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A., eds. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, 2001. p.270-276.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F. et al. *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2007. P. 375-470.
- CERETTA, C.A. DURIGON, R.; BASSO, C.J. et al. Características químicas de solo sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.729-735, 2003.
- CIOTTA, M.N. et al. Acidificação de um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p.1055-1064, 2002.
- CORRÊA, R.S.; BENTO, M.A. Qualidade do substrato minerado de uma área de empréstimo revegetada no distrito federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1435-1443, 2010.
- CORSI, M.; NUSSIO, L. G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 87-115.
- COSTA, A.S.V. da, GALVÃO, E. R.; SILVA, M.B. et al. Manejo do resíduo de celulose em solos agrícolas e o seu efeito na alteração do pH. **Revista Doxa**, v,2, p. 57-67, 2004.

COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A.; TOWNSEND, C.R. Efeito de regimes de resíduos sobre a produção e qualidade da forragem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott). **Revista Científica Rural**, Rio Grande do Sul. v.11, n.1, p.28-33, 2006.

COSTA, D.P.B. et al, Esterco de bubalinos e de bovinos aplicados à capineira de capim elefante. **PUBVET**, Londrina, V. 2, N. 33, Ed. 44, Art. 218, 2008

DAMATTO JUNIOR, E. F.; BÔAS, R. L. V.; LEONEL, S. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 546-549, 2006.

ERNANI, P.R. **Química de solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: Ed. Autor, 2008. 230p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p.1.039-1.042, 2011.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. Adubação e fertilidade do solo em capim elefante. In: LIRA, M. A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L. (Ed.). **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA: UFRPE, 2010. p.103-141.

FRANCHINI, J.C.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M. Redistribution of phosphorus in soil through cover crop roots. **Brazilian Archives Biology Technology**., v.47, n.3, p.381-386, 2004.

GOMES, J. A., SCAPIM, C. A., DE LUCCA, A., VIDIGAL FILHO, P. S., SAGRILO, E., e MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarel. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

GUPPY, C.N.; MENZIES, N.W.; MOODY, P. W.; BLAMEY, F.P.C Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: a review. **Soil Research**, v. 43, p. 189-202, 2005.

HANISH, A. L., FONSECA J. A. Características produtivas e qualitativas de sete forrageiras perenes de verão sob adubação orgânica e mineral. **Revista Verde**. v.6, p.01- 06, 2011.

HERWIJNEN, R.V.; AL-TABBAA, A.; HUTCHINGS, T.R. et al. The Impact of Waste Compost-Based Soil Amendments on the Leaching Behavior of a Heavy Metal Contaminated Soil. **Environmental engineering science**, v.24, n.7, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário Estatístico do Brasil**, 2014.

JNAD, I.; LESIKAR, B.; KENIMER, A.; SABRAGH, G. **Subsurface drip dispersal of residential effluent: I. Soil Chemical Characteristics**. Transactions of the ASAE, v.44, n.5, p.1152-1158, 2001.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KING, L.D. et al. Swine lagoon effluent applied to 'Coastal' Bermudagrass: II. Effects on soil. **Journal of Environmental Quality**, v.14, n.1, p.14-21, 1985.

- LAOS, F.; MAZZARINO, M.J.; WALTER, I.; ROSELLI, L.; SATTI, P.; MOYANO, S. Composting of fish offal and biosolids in Northwestern Patagonia. **Bioresource Technology**, v. 81, p. 179-186. 2002.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J. C.; FREIRIA, A. C. Mineralização de carbono e de nitrogênio provenientes de composto de lixo urbano em Argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 677-684, 2006.
- MALAVOLTA, E. **Elemento de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, p. 252, 1980.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 631, 2006.
- MARIA, I.C.; KOCSSI, M.A.; DECHEN, S.C. Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto. **Bragantia**, v.66, n.2, p. 291-298, 2007.
- MARQUES, M.O.; BELLINGIERRI, P.A.; MARQUES, T.A. et al. Qualidade e produtividade de cana-de-açúcar cultivada em solo com doses crescentes de lodo de esgoto. **Bioscience Journal**, v.23, p. 111-122, 2007.
- MATOS, E. da S.; MENDONÇA, E.S.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, J.C.C. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, p. 1221-1230, 2008.
- MOTTA, P.E.F.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O. et al. Adsorção e formas de fósforo em latossolos: Influência da mineralogia e histórico de uso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.26, n.2, p.349-359, 2002.
- NAVAS, A.; BERMÚDEZ, F.; MACHÍN, J. Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. **Geoderma**, Amsterdam, v.87, n.1-2, p.123-35, 1998.
- OTENIO, M.H.; CUNHA, C.M.; ROCHA, B.B. Compostagem de carcaças de grandes animais. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 2010. 4 p. il. (EMBRAPA-CNPGL. Comunicado Técnico, 61)
- OUVIRES, O. E.; SOUZA, G. M.; TIRITAN, C. S. fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Pesquisa. **Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 126-132, abr./jun. 2010.
- PEREIRA, A.V.; AUAD, A.M.; LÉDO, F.J.S.; BARBOSA, S. *Pennisetum Purpureum*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed), **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, cap. 6, p. 197-219, 2010.
- PEREIRA, M.S. Avaliação das taxas de mineralização do carbono e nitrogênio do composto orgânico proveniente de carcaça e despojo de pequenos ruminantes. Fortaleza: UFC, 49 p. 2014. (Dissertação Mestrado).
- PETREIRE, C.; ANGHINONI, I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 25, p. 885- 895, 2001.
- PINHEIRO, R.S.B.; SOBRINHO, A.G.S. ANDRADE, E.N. A. Composição mineral da carcaça e dos cortes da carcaça de ovinos jovens e adultos. **Archives of Veterinary Science**, v.16, n.1, p.31-36, 2011.

PIVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, 2008.

PRIMO, A.A.; PEREIRA, G.A.C.; VIEIRA, L. V. et al. Produção e Acúmulo de Nutrientes de Mudanças de Gliricídia Adubadas com Composto Orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p.144-153, 2014.

QUEIROZ, F.M. de; MATOS, A.T. de; PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, R.A. de. Características químicas do solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1487-1492, 2004.

RICCI, M.S.F. A Importância da Matéria Orgânica para o Cafeeiro. Disponível em http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/mat_org_cafeeiro.html. acessado em 20/01/2016.

RICCI, A. B.; PADOVANI, V. C. R.; PAULO JUNIOR, D. R. Use of stabilized sewage sludge on a humusless soil: II- chemical properties and revegetation. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v. 34, p. 543, 2010.

RODRIGUES, G.S.; MODESTO, V.C.; OLIVEIRA, E.L.; Efeitos da aplicação de composto orgânico de carcaça e despojo de abate de caprinos e ovinos em micronutrientes, enxofre e alumínio do solo, **Anais...VII CONNEPI – Congresso Norte-Nordeste de pesquisa e inovação**, Palmas-TO, 2012.

ROGERI, D.A.; ERNANI, P.R.; KÉSIA S. LOURENÇO, K.S. et al. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.6, p.534–540, 2015.

SAHRAWAT, K.L. Factors affecting nitrification in soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 39, p.1436-1446, 2008.

SANTOS, C.C.; BELLINGIERI, P.A.; FREITAS, J.C. Efeito da aplicação de compostos orgânicos de cama de frango nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Científica, Jaboticabal**, v.32, n.2, p.134-140, 2004.

SANTOS, F.C.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1661-1674, 2008.

SEGANFREDO, M.A. Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo do solo. **Embrapa Suínos e Aves**. 2000. (Comunicado Técnico – 268)

SILVA, D. F.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G. Disponibilidade de sódio em solo com capim tifton e aplicação de percolado de resíduo sólido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.10, p.1094–1100, 2010.

SILVA, F. C.; ABREU, M. F.; PÉREZ, D. V.; EIRA, P. A.; ABREU, C. A.; RAIJ, B. van; GIANELLO, C.; COELHO, A. M.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; SILVA, C. A.; CANTARELLA, H.; BARRETO, W. O. **Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. In: SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 107-190, 2009.

SOUZA, H. A.; OLIVEIRA, E. L.; MODESTO, V. C.; MONTES, R. M.; NATALE, W. **Atributos químicos do solo tratado com composto orgânico de carcaça e despojo de abate de caprinos e ovinos.** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 8p (Comunicado Técnico, 127).

SOUZA, H. A.; ROSANE, D. E.; AMORIM, D. A.; et al. Uso fertilizante do subproduto da agroindústria processadora de goiabas I - atributos químicos do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, nº. 3, Jaboticabal July/Sept. 2014.

SOUZA, H. A.; VIEIRA, L. V.; PRIMO, A. P.; MELO, M. D.; et al. **Dose econômica e eficiência agrônômica de composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes e de adubo nitrogenado na produção de milho em Luvisolo Háplico, no semiárido cearense.** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015. 10p (Comunicado Técnico, 144).

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.N.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 285 p. (**Boletim Técnico**, 100).

YAGI, R.; FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C.P; BARBOSA, J. C. Mineralização potencial e líquida de nitrogênio em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 385-394, 2009.