

GEICIMARA GUIMARÃES

**CAMA DE FRANGO E ESTERCO BOVINO NA PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015

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

T

G963c
2015 Guimarães, Geicimara, 1980-
Cama de frango e esterco bovino na produção de
cana-de-açúcar / Geicimara Guimarães. – Viçosa, MG, 2015.
xii, 38f. : il. ; 29 cm.

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

1. Cana-de-açúcar - Cultivo. 2. *Saccharum officinarum*. 3.
Resíduos agrícolas. 4. Calagem do solo. I. Universidade Federal
de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-graduação em Agroecologia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.61

GEICIMARA GUIMARÃES

**CAMA DE FRANGO E ESTERCO BOVINO NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

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

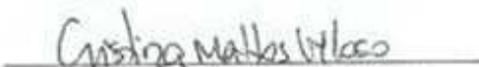
APROVADA: 3 de junho de 2015



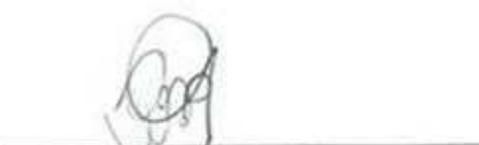
Rosane Cláudia Rodrigues



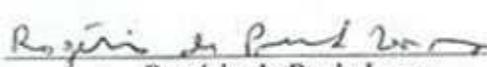
Maria Regina de Miranda Souza



Cristina Mattos Veloso
(Coorientadora)



Renata de Souza Reis



Rogério de Paula Lana
(Orientador)

A Deus, que vai abrindo e acompanhando os meus caminhos, dando-me conhecimento e força para sempre seguir em frente.

À minha mãe, que sempre ensinou-me a ser amorosa e forte.

Às minhas irmãs e ao meu irmão; em especial à minha irmã, Magalona, que contribuiu com os meus estudos ainda no ensino fundamental; e à minha irmã, Luzia, que toma conta do meu filho, sendo uma tia-madrinha, que me permitiu dedicar ao mestrado sem nenhum atraso ou transtorno, defendendo a dissertação com 22 meses de curso.

Ao meu companheiro, Rogério, que sempre apostou na minha capacidade e sempre teve a minha admiração pelo homem de caráter e o paião de todos os filhos.

Em especial, ao meu filho e guerreiro, Vítor, que mostrou-me um amor incalculável e a verdadeira felicidade; e como é bom ser mamãe. Te amo muito, filhote!

O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são.

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar-me em mais esta etapa de minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e, sobretudo, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, pela oportunidade de adquirir conhecimentos e expandir horizontes.

Sou grata à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (APEMIG), por financiar a minha bolsa de estudos.

Ao professor Rogério de Paula Lana, meu orientador desde a graduação, por ter contribuído com a minha formação científica.

Às professoras Cristina Mattos Veloso, Renata de Souza Reis e Rosane Cláudia Rodrigues e à pesquisadora Maria Regina de Miranda Souza, pela troca de informações, pelas sugestões e pelo auxílio na pesquisa.

Aos professores e funcionários dos Departamentos de Fitotecnia, Nutrição, Solos e Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Às pesquisadoras Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto e Cleide Maria Ferreira Pinto, pelas discussões e pelos debates, que muito enriqueceram meu trabalho, e também pelo auxílio na pesquisa.

Aos professores Nilson Adauto, José Horta Valadares, Ana Lúcia Coutinho, Daniel Coronel, Luís Humberto Castillo Estrada e Harold Ospina Patino, pelas conversas e pelo incentivo.

Aos funcionários do Sítio Boa Vista da Universidade Federal de Viçosa, sem os quais não conseguiria finalizar esta dissertação.

Aos amigos Gustavo, Plínio, Silvane, Juliana e César, pelo apoio na pesquisa de campo e na elucidação das dúvidas frequentes.

Aos colegas da turma de mestrado de 2013/2015.

Ao meu filho, Vítor; ao meu companheiro, Rogério; à minha mãe; às minhas irmãs; ao meu irmão; às minhas sobrinhas; ao meu sobrinho; e a todos os meus amigos e amigas, em especial, à Dorinha, Zélia e Giulia, pelas orações. De maneira especial, à minha irmã, Luzia, que é uma tia/madrinha do Vítor, maravilhosa, e que cuidou do meu filho como uma mãe.

A todos os meus familiares, pelo apoio e incentivo.

Muito Obrigada!

BIOGRAFIA

GEICIMARA GUIMARÃES, filha de Antônio Guimarães (*in memoriam*) e Enides Cunha Guimarães, nasceu em 21 de agosto de 1980, em Ponte Nova, Minas Gerais.

Em 2008, iniciou o curso de Bacharelado em Gestão de Cooperativas na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, concluindo-o em maio de 2013.

Durante a graduação foi bolsista de iniciação tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por duas vezes.

Em maio de 2013, foi aprovada no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa.

Organizou as revistas científicas: Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável e Revista Elo – Diálogos em Extensão, ambas da Universidade Federal de Viçosa.

No período de 10 a 12 de setembro de 2015, foi coordenadora do VII Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável (SIMBRAS) e do IV Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável, realizado em Viçosa, MG.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
1º Artigo	9
Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango.....	9
Evaluation of poultry litter on sugarcane production	10
1. Introdução	11
2. Material e métodos.....	12
3. Resultados e discussão.....	14
4. Conclusões	19
5. Literatura citada	19
2º Artigo	23
Produção de cana-de-açúcar adubada com esterco bovino.....	23
Evaluation of cow manure on sugarcane production.....	24
1. Introdução	25
2. Material e métodos.....	27
3. Resultados e discussão.....	29
4. Conclusões	35
5. Literatura citada	35
4. CONCLUSÃO GERAL.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS

CFSEMG	Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais
CNF	Carboidratos não fibrosos
CO	Carbono orgânico
CTC ou T	Capacidade de troca catiônica
CV	Coefficiente de variação (%)
Cz	Cinzas
DP	Desvio padrão
EE	Extrato etéreo
EP	Erro padrão da média
ER	Equação de regressão
FDN	Fibra em detergente neutro
FDN _{cp}	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
HZ	Holandês x Zebu
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca ou massa seca
MV	Massa verde aos 12 meses
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
PN	Poder de neutralização
PRNT	Poder reativo de neutralização total
RE	Reatividade
SB	Soma de bases
t/ha	Toneladas por hectare
V	Porcentagem de saturação

LISTA DE TABELAS

		Página
1º Artigo		
1	Atributos químicos do solo, antes e após a calagem, e após a colheita da cana-de-açúcar, em áreas adubadas com níveis crescentes de cama de frango.....	15
2	Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos quatro meses, em função da adubação orgânica com cama de frango no plantio.....	17
3	Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos dez meses, e produtividade aos 12 meses, em função da adubação orgânica com cama de frango no plantio	17
4	Composição química da cana-de-açúcar aos 12 meses, em função da adubação orgânica com cama de frango no plantio	18
2º Artigo		
1	Atributos químicos do solo, antes e após a calagem, e após a colheita da cana-de-açúcar em áreas adubadas com níveis crescentes de esterco bovino	30
2	Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos quatro meses, em função da adubação orgânica com esterco bovino	31
3	Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos dez meses e produtividade aos 12 meses, em função da adubação orgânica com esterco bovino.....	32
4	Composição da cana-de-açúcar aos 12 meses, em função da adubação orgânica com esterco bovino.....	34

RESUMO

GUIMARÃES, Geicimara, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2015. **Cama de frango e esterco bovino na produção de cana-de-açúcar.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Coorientadoras: Cristina Mattos Veloso e Karina Guimarães Ribeiro.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar diferentes níveis de cama de frango e esterco bovino na produção de cana-de-açúcar, com o intuito de possibilitar ao produtor rural um manejo com a utilização dos insumos produzidos em sua propriedade, preservar o meio ambiente e reduzir custos na produção. Neste sentido, foram desenvolvidos dois experimentos: no primeiro, foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos 0, 3, 6, 9 e 12 t/ha de cama de frango. A calagem (4 t/ha) foi feita após análise do solo, à lanço, seguida de aração profunda (0,30 m) e gradagem, dois meses antes do plantio. Em outubro de 2013, sulcagem foi feita por ocasião do plantio, com 0,30 m de profundidade e espaçamento de 1,00 m. A cama de frango foi colocada no fundo do sulco, coberta com um pouco de terra, seguido do plantio da cana, variedade RB 867515, em espaçamento de 1,00 m entre linhas e duas fileiras de cana por sulco, sendo picada em tamanhos de 0,20 m. O controle de plantas espontâneas foi feito por capina manual. Os resultados não evidenciaram diferença entre os níveis de cama de frango sobre as variáveis avaliadas, aos quatro meses pós-plantio. O maior benefício foi observado no número de plantas emergidas, em que o nível de 6 t/ha proporcionou 39% mais plantas emergidas que o tratamento-controle. No período de corte, o efeito mais evidente da cama de frango sobre a cana foi sobre a produtividade de massa verde aos 12 meses após o plantio, que aumentou de forma linear com o aumento do nível da cama de frango. Portanto, constatou-se que podem ser usadas até 12 t/ha de cama de frango para maximizar o desempenho da cultura. O acúmulo de açúcar solúvel, representado pelo grau Brix, obtido no presente estudo, foi adequado quanto ao aspecto nutricional, com vistas ao uso na alimentação animal. No segundo experimento foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos 0, 4,5, 9,0, 13,5 e 18,0 t/ha de esterco bovino. A calagem (4 t/ha) foi feita após análise do solo, à lanço, seguida de aração profunda (0,30 m) e gradagem, dois meses antes do plantio. Em outubro de 2013, a sulcagem foi feita por ocasião do plantio, com 0,30 m de profundidade e espaçamento de 1,00 m. O esterco bovino foi colocado no fundo do sulco,

seguido do plantio da cana, variedade RB 867515, em espaçamento de 1,00 m entre linhas e duas fileiras de cana por sulco, sendo picada em tamanhos de 0,20 m. O controle de plantas espontâneas foi feito por capina manual. Aos quatro meses após o plantio da cana, houve efeito linear positivo do esterco bovino sobre altura da planta e diâmetro do colmo e quadrático positivo sobre largura e comprimento da maior folha. Não houve efeito do esterco bovino sobre o número de plantas/m linear e o número de folhas/planta. Houve efeito quadrático positivo do esterco bovino sobre a altura de plantas aos dez meses e linear positivo sobre a produção de massa verde aos 12 meses. Não houve efeito do esterco bovino sobre número das plantas, diâmetro do colmo, largura e comprimento da maior folha e número de folhas/planta aos dez meses. Não foi observada mudança de composição química, em função dos diferentes níveis de adubação. O efeito mais evidente do esterco bovino sobre a cana, no momento do corte, foi sobre o parâmetro mais desejável, que foi a produtividade de massa verde.

ABSTRACT

GUIMARÃES, Geicimara, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, June 2015. **Poultry litter and cow manure in sugarcane production.** Adviser: Rogério de Paula Lana. Co-Advisers: Cristina Mattos Veloso and Renata de Souza Reis.

Two trials were performed in order to evaluate different levels of poultry litter and cow manure in sugarcane production, making possible to the producer a management using organic compounds produced in the farm, aiming to preserve the environment and with low cost of production of sugarcane. In the first trial, it was used a randomized blocks design, with five treatments and four replications, being the treatments 0.00, 3.00, 6.00, 9.00 and 12.00 t/ha of poultry litter. The limestone (4.00 t/ha) was applied after soil analysis, followed by deep tilling (0.30 m), two months before planting. The groove was done in October 2013, with 0.30 m deep and 1.00 m spacing. The poultry litter was placed at the bottom of the groove, covered with land, followed by planting sugarcane variety RB 867515, in 1.00 m spacing between grooves and two sugar cane side by side per groove line, being cut in 0.20 m sizes. The control of spontaneous plants was by hand weeding. The results showed big differences between levels of poultry litter on the evaluated variables at four months after planting. The greatest benefit was observed in the number of emerged plants, in which the level of 6.00 t/ha provided 39% greater number than the control treatment. The most evident effect of the poultry litter in the cutting period of sugarcane was on the productivity of green mass at 12 months after planting, which increased linearly. Therefore, up to 12.00 t/ha of poultry litter can be used to maximize the performance of sugarcane. The accumulation of soluble sugar, represented by the Brix degree, obtained in the present study is adequate nutritionally to be used in animal feeding. In the second trial, it was used a randomized blocks design, with five treatments and four replications, being the treatments 0.00, 4.50, 9.00, 13.50 and 18.00 t/ha of cow manure. The limestone (4.00 t/ha) was applied after soil analysis, followed by deep tilling (0.30 m), two months before planting. The groove was done in October 2013, with 0.30 m deep and 1.00 m spacing. The cow manure was placed at the bottom of the groove, followed by planting sugarcane variety RB 867515, in 1.00 m spacing between grooves and two sugar cane side by side per groove line, being cut in 0.20 m sizes. The control of spontaneous plants was by hand weeding. Four months after planting the sugar cane, there was positive linear effect of cow manure on plant height and culm diameter, and quadratic positive effect on width and length of the largest leaf.

There was no effect of cow manure on number of plants/m linear and the number of leaves/plant. There was quadratic positive effect of cow manure on plant height at 10 months and linear positive effect on the production of green mass at 12 months. There was no effect of cow manure on number of plants, culm diameter, width and length of the largest leaf and number of leaves/plant at ten months. It was not observed change of chemical composition as a function of the different levels of fertilization. In conclusion, the most important effect of cow manure at the time of the cut was on the most desirable parameter: the productivity of green mass.

1. INTRODUÇÃO

A produção leiteira no Brasil é obtida, predominantemente, por produtores da agricultura familiar. O rebanho leiteiro conta com aproximadamente 22.924.914 de cabeças (IBGE, 2010), sendo que cerca de 70% da produção de leite provem de vacas mestiças Holandês-Zebu sob pastejo, em sistemas não intensificados, sem ou com uso limitado de ração concentrada (MESTRA VARGAS, 2011).

O estado de Minas Gerais destaca-se por possuir o maior rebanho bovino leiteiro, além de ser o maior produtor nacional, com 7,2 milhões de toneladas de leite/ano, o que totaliza, aproximadamente, 30% do total da produção do País (IBGE, 2010). No rebanho mineiro, 42% das vacas são mestiças Holandês x Zebu (HZ), enquanto 25% têm predominância de sangue Holandês, com grau de sangue acima de 7/8 (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Aproximadamente, 65% dessa produção são obtidos por produtores com produção menor que 200 litros/dia.

A cadeia produtiva do leite é de grande importância no Brasil, tanto no aspecto econômico, quanto no social e ambiental. A produção de leite em pasto é extremamente competitiva no mercado internacional, uma vez que o uso de pastagens na dieta de vacas leiteiras representa o sistema de produção de mais baixo custo, em relação aos outros alimentos (HOLMES, 1995). As atividades relacionadas à produção, à industrialização e à comercialização de leite e seus derivados geram emprego e renda no meio rural e urbano, em todo o País, desempenhando importante papel social. Quanto aos aspectos ambientais, a utilização racional das pastagens auxilia na preservação dos recursos não renováveis, portanto, na sustentabilidade dos sistemas de produção.

No cenário atual da pecuária leiteira mundial, os modernos sistemas de produção têm sido conduzidos considerando não só os aspectos relacionados aos índices de produção e produtividade, mas, também, ao retorno econômico. A respeito da composição do custo de alimentação, são importantes o fornecimento de concentrado na dieta, bem como o de volumoso tem uma participação importante, pois representa ao redor de 40 a 80% da matéria seca da dieta. Além disso, a qualidade do volumoso é um fator determinante da quantidade e qualidade da ração concentrada a ser utilizada (MENDONÇA *et al.*, 2004).

O Brasil, pela extensão de sua área territorial e pelas condições climáticas adequadas, oferece enorme potencial de produção de carne em pasto (OLIVEIRA *et al.*,

2004). A fonte principal de alimento para a pecuária de corte, em todas as etapas de exploração, é constituída pelas pastagens, pois é o alimento mais barato usado pelos ruminantes para produzir proteína de alta qualidade para a dieta humana (KORNELIUS, 1985). Durante a época seca do ano, com a redução da quantidade e qualidade da forragem, a suplementação de animais em pastagens torna-se necessária, quando os nutrientes não são fornecidos pela forragem basal em balanço adequado e, ou, pela quantidade para satisfazer os requisitos do animal e as expectativas de desempenho (REIS; RODRIGUES; PEREIRA, 1997).

Em razão de padrões climáticos normais e desenvolvimento fenológico inerente às plantas forrageiras tropicais, os animais em pastejo estão sujeitos a variações na distribuição espacial e temporal de nutrientes. As gramíneas apresentam alto valor nutritivo e baixo custo na estação chuvosa, mas a produção e a qualidade caem muito no período da seca, levando à necessidade de fornecimento de alimentação suplementar para as vacas leiteiras (PAIVA *et al.*, 1991).

As famílias agricultoras demonstram grande interesse por alternativas alimentares de baixo custo e boa qualidade, pois há deficiência de alimentação, principalmente no período sem chuvas. A oferta de produtos para a alimentação animal é importante em especial no período do inverno, quando as pastagens não são suficientes para manter a produtividade dos animais, com isso diminuindo a oferta de leite, carne e derivados (CARDOSO; MANCIO, 2010).

Entre as alternativas de suplementação volumosa, a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) destaca-se por ser um volumoso de fácil cultivo, alto potencial de produção, boa aceitação pelos animais, disponibilidade na estação seca do ano e baixo custo de produção (MENDONÇA *et al.*, 2004). Porém, apresenta limitações de ordem nutricional, principalmente em virtude da lenta degradação da fibra, o que pode comprometer o consumo voluntário (RAVELO; GONZALEZ; DEB HOVELL, 1978; LENG, 1988). Além disso, entre outras limitações, encontram-se o baixo teor de proteína, o alto teor de carboidratos solúveis e o pequeno aporte pós-ruminal de aminoácidos e precursores gliconeogênicos. Desse modo, é necessária a correção nutricional com utilização de outros alimentos, que contribuem para o maior aproveitamento no consumo e na digestibilidade dos nutrientes.

A cana-de-açúcar é um alimento caracterizado por apresentar dois componentes em maiores proporções: açúcares e material fibroso. A utilização destes materiais é bastante diferente, isso é, enquanto os açúcares são rapidamente fermentados no rúmen e

de fácil aproveitamento pelo animal, o material fibroso é utilizado lentamente (PRESTON; LENG, 1980).

O desenvolvimento agrícola envolve, inevitavelmente, certo grau de transformação física das paisagens e a artificialização dos ecossistemas. Portanto, é essencial conhecer estratégias que enfatizem procedimentos que levem a um desenvolvimento ecologicamente sustentável, ou seja, novos formatos tecnológicos, compatíveis com a manutenção e recuperação do meio ambiente e a produção de alimentos confiáveis (ALTIERI; NICHOLLS, 2000). A agricultura orgânica surge como uma forma de amenizar esses problemas, já que nesta forma de cultivo são usadas várias práticas conservacionistas (ESPINDOLA, 2001). O uso de matéria orgânica, de origem vegetal ou animal, por exemplo, promove melhoria nas propriedades edáficas do solo sob manejo orgânico de produção (CARDOZO *et al.*, 2008; LOSS, 2008).

Há necessidade de ampliar um sistema de cultivo agrícola que seja o menos impactante possível ao meio ambiente e, também, adicione valor à matéria-prima produzida na propriedade. Para isso, são observadas atividades agrícolas, como a cultura da cana-de-açúcar, utilizando o esterco bovino e a cama de frango. De acordo com Freitas *et al.* (2012), a utilização de resíduos orgânicos animais, como fonte de nutrientes para diferentes cadeias produtivas de vegetais, representa alternativas eficientes que visam à diminuição ou eliminação da dependência dos fertilizantes químicos e aumento da segurança ambiental.

Dentre os adubos orgânicos disponíveis na região da Zona da Mata, e que podem ser aproveitados na cultura canavieira, barateando os custos de produção, destacam-se o esterco de curral e a cama de frango, aplicados, especialmente, no sulco de plantio. Andrade (1998) afirma que o uso de estercos poderá, até mesmo, substituir a adubação química de plantio. De acordo com Anjos *et al.* (2007), verificou-se que é viável a substituição da adubação química pela orgânica (esterco de curral ou de galinha), sem que haja perda da qualidade e produtividade da cana-de-açúcar. Segundo Cardoso e Mancio (2010), com a produção de esterco bovino ou cama aviária nas propriedades torna-se possível reduzir ou mesmo eliminar por completo a utilização de insumos externos, como fertilizantes, aumentando, assim, a autonomia das famílias agricultoras com relação ao mercado.

Inúmeros trabalhos já foram escritos sobre estes dois adubos orgânicos; entretanto, são poucas as informações sobre a eficiência com que os nutrientes dos mesmos são usados pelas culturas (DELVE *et al.*, 2001; BLAISE *et al.*, 2005; SALAZAR

et al., 2005). Dentre os compostos orgânicos, os esterco animais são os mais importantes, em virtude da sua composição, da sua disponibilidade e de seus benefícios de aplicação (MAIA, 2002).

O esterco bovino e a cama de frango são os resíduos orgânicos com maior potencialidade de uso como fertilizante, especialmente em médias e pequenas propriedades, sendo uma boa estratégia para aumentar a produtividade e qualidade da cana-de-açúcar. Assim, há necessidade de avaliar tipos e níveis de adubação para obtenção de rendimento satisfatório para melhorar a nutrição e a produção da cana-de-açúcar.

Dentre os insumos orgânicos, o esterco bovino é a fonte mais utilizada, especialmente em solos pobres em matéria orgânica (FILGUEIRA, 2008). Isso porque ele atua como poderoso agente beneficiador do solo, capaz de melhorar substancialmente muitas de suas características físicas e químicas por meio da redução da densidade aparente, melhora na permeabilidade, infiltração e retenção de água, minimização do fendilhamento de solos argilosos e variação de temperatura dos solos, proporcionando acúmulo de nitrogênio orgânico, auxiliando no aumento do seu potencial de mineralização e disponibilidade de nutriente para as plantas, e reduzindo o uso de fertilizantes (TEJADA *et al.*, 2008).

A cama de aviário ou cama de frango é constituída de dejetos, penas, resíduos de ração e outros, que ficam acumulados no piso das granjas. Em 2004, o Ministério da Agricultura proibiu o uso desse subproduto das granjas avícolas na alimentação de ruminantes para evitar a contaminação do rebanho com uma proteína chamada *prion*, que provoca a encefalopatia espongiforme bovina, conhecida popularmente como doença da “Vaca Louca”. O gado que consome os subprodutos pode contrair, também, botulismo, doença causada pela toxina do *Clostridium botulinum*, encontrada em ossos, fezes e, até mesmo, no trato intestinal de animais mortos (ALBERNAZ, 2013).

A produção de adubo orgânico foi a saída encontrada por avicultores e produtores de bovinos leiteiros e de corte, tornando protegido e lucrativo o destino da cama de frango, bem como a viabilização do custo de produção em substituição ao adubo químico. Segundo Ávila, Mazzuco e Figueiredo (1992), a cama de frango pode ser utilizada na agricultura como adubo orgânico de alta qualidade em nutrientes. Os materiais orgânicos devem ser incorporados ao solo para a obtenção de maior eficiência no uso do fósforo e evitar perdas de nitrogênio, por meio de volatilização da amônia. Para isso, a cama de

frango deve ser aplicada no dia do plantio ou o mais próximo dela, a fim de se evitar perdas de nitrogênio por lixiviação.

A cama de frangos de um único lote ou reutilizada por vários lotes pode ser comercializada como fertilizante. A reutilização de cama de frango por até seis lotes melhora o seu valor como fertilizante. A compostagem desse resíduo da produção de frangos de corte permite a produção de um biofertilizante sólido que pode ser exportado para fora das regiões produtoras, as quais, geralmente, já se encontram saturadas dos nutrientes que causam impacto ambiental negativo (AVILA *et al.*, 2007).

Contudo, são raros os trabalhos que associam a utilização do esterco bovino e de cama de frango na adubação orgânica da cana-de-açúcar. A maioria dos trabalhos relaciona-se ao uso desses em hortaliças e como componentes de substratos para mudas de hortícolas em geral (GARCIA *et al.*, 2009).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERNAZ, W. M. **Emater-MG incentiva uso da cama de frango como adubo orgânico**. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_tpl_paginas_internas2eid=6210#.VBZg_ldAdCg>. Acesso em: 10 nov. 2013.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. **Agroecologia: teoría y práctica para una agricultura sustentable**. México, DF: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA, 2000. 257 p.

ANDRADE, L. A. B. Cultura da cana-de-açúcar. In: _____. **Produção artesanal de aguardente**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1998. p. 1-30.

ANJOS, I. A.; ANDRADE, L. A. B.; GARCIA, J. C. *et al.* Efeito da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana de açúcar (cana-planta). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 59-63, jan./fev., 2007.

ÁVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1992. 38 p. (EMBRAPA-CNPSA, Circular Técnica, 16).

ÁVILA, V. S. de; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; BRUM, P. A. R. de; OLIVEIRA, U. de. **Valor agrônômico da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 2007. (Comunicado Técnico, 466).

BLAISE, D.; SINGH, J. V.; BONDE, A. N. *et al.* Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). **Bioresource Technology**, v. 96, p. 345-349, 2005.

CARDOSO, I. M.; MANCIO, A. B. **Conhecimento científico e popular na construção da agroecologia**. In: LANA, R. P.; GUIMARÃES, G.; VELOSO, C. M. *et al.* (Org.). II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 2010, v. 1, p. 259-269.

CARDOZO, S. V.; PEREIRA, M. G.; RAVELLI, A. *et al.* Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, p. 517-530, 2008.

DELVE, R. J.; CADISH, G.; TANNER, J. C. *et al.* Implications of livestock feeding management on soil fertility in the smallholder farming systems of sub-Saharan Africa. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 84, p. 227-243, 2001.

ESPINDOLA, J. A. A. **Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva de solo e seus efeitos sobre a produção da bananeira (*Musa spp.*)**. 2001. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2008. 402 p.

FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A. *et al.* Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 1, p. 61-67, 2012.

GARCIA, J. C.; ANDRADE, L. A. B.; ANJOS, I. A. *et al.* Uso de resíduos de alambique, fertilização orgânica e mineral nos rendimentos agrícola e de aguardente em cana-rendimentos agrícola e de aguardente em cana-de-açúcar. **Revista Biociências**, v. 15, n. 1, 2009.

HOLMES, C. W. Produção de leite a baixo custo em pastagem: uma análise do sistema Neozelandês. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2., 1995. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 69-95.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção de leite**. Rio de Janeiro, RJ, 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2013.

KORNELIUS, E. Produção de carne bovina sob pastejo. **Informativo Agropecuário**, v. 11, n. 132, p. 67-77, 1985.

LENG, R. A. Limitaciones metabólicas en la utilización de al cana de azúcar y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en rumiantes. In: SISTEMAS INTENSIVOS PARA PRODUCCIÓN ANIMAL Y ENERGÍA RENOVABLE COL RECURSOS TROPICALES, 1988, Cali. **Simpósio...** Cali: CPAC, 1988. p. 31-38.

LOSS, A. **Frações orgânicas e agregação do solo em diferentes sistemas de produção orgânico**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

MAIA, E. L. **Decomposição de esterco em Luvisolo no semi-árido da Paraíba**. 2002. 35 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos, 2002.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 481-492, 2004.

MESTRA-VARGAS, L. I. **Níveis de concentrado energético e proteico na dieta de vacas leiteiras**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

OLIVEIRA, R. V.; LANA, R. P.; MALDONADO, F. Avaliação de diferentes tipos de camas de frango, associadas à ureia, na suplementação de novilhos consumindo forragem de baixa qualidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 471-480, 2004.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; VIANA, A. E. S. *et al.* Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2604-2610, 2010.

PAIVA, J. A. J.; MOEIRA, H. A.; CRUZ, G. M. *et al.* Cana-de-açúcar associada à ureia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 2, p. 145-154, 1991.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: RUCKBUSH, T.; TFIIVELAND, P. (Ed.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Westport: AVI, 1980. p. 620-640.

RAVELO, G.; GONZALEZ, F.; DEB HOVELL, F. D. The effect of fistula feeding sugar cane or wheat bran on the voluntary intake of sugar cane. **Tropical Animal Production**, v. 3, n. 3, p. 237-242, 1978.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; PEREIRA, J. R. A. Suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiróz”, 1997. p. 123-150.

SALAZAR, F. J.; CHADWICK, D.; PAIN, B. F. *et al.* Nitrogen budgets for three cropping systems fertilized with cattle manure. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 235-245, 2005.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M. *et al.* Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 1758-1767, 2008.

1º Artigo

Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango

Resumo: Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desenvolvimento e a qualidade da cana-de-açúcar em resposta à aplicação de cama de frango. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos 0,00, 3,00, 6,00, 9,00 e 12,00 t/ha de cama de frango. A calagem (4,00 t/ha) foi feita após análise do solo, à lanço, seguida de aração profunda (0,30 m) e gradagem, dois meses antes do plantio. A sulcagem foi feita por ocasião do plantio, em outubro de 2013, com 0,30 m de profundidade e espaçamento de 1,00 m. A cama de frango curtida (75 dias) foi colocada no fundo do sulco, coberta com um pouco de terra, seguida do plantio da cana-de-açúcar, variedade RB 867515, em espaçamento de 1,00 m entre linhas e duas fileiras de cana por sulco, sendo picada em tamanhos de 0,20 m. O controle de plantas espontâneas foi feito por capina manual e os resultados não evidenciaram diferenças entre os níveis de cama de frango sobre as variáveis altura da planta, diâmetro do colmo, largura da folha e comprimento da folha, avaliadas aos quatro meses pós-plantio. O maior benefício foi observado no número de plantas emergidas, sendo que o nível de 6,00 t/ha proporcionou 39% mais para plantas emergidas que o tratamento-controle. O efeito mais evidente da cama de frango sobre a cana no período de corte foi na produtividade de massa verde aos 12 meses após o plantio, que aumentou de forma linear. Portanto, pode-se usar até 12 t/ha de cama de frango para maximizar o desempenho da cultura. O acúmulo de açúcar solúvel, obtido no presente estudo, é adequado quanto ao aspecto nutricional, com vistas ao uso na alimentação animal.

Palavras-chave: adubação orgânica; canavial; esterco de aves; resíduo; *Saccharum officinarum* L.

Evaluation of poultry litter on sugarcane production

Abstract: The aim was to evaluate the development and quality of sugarcane in response to the application of poultry litter. The experiment was analyzed as randomized blocks design, with five treatments and four replications, being the treatments 0.00, 3.00, 6.00, 9.00 and 12.00 t/ha of poultry litter. The limestone (4.00 t/ha) was applied after soil analysis, followed by deep tilling (0.30 m), two months before planting. The groove was done on planting in October 2013, with 0.30 m deep and 1 meter spacing. The poultry litter (tanned by 75 days) was placed at the bottom of the groove, covered with land, followed by planting sugarcane variety RB 867515, in 1.00 m spacing between grooves and two sugar cane side by side per groove line, being cut in 0.20 m sizes. The control of spontaneous plants was by hand weeding. The results showed big differences between levels of poultry litter on the evaluated variables at four months after planting. The greatest benefit was observed in the number of emerged plants, in which the level of 6.00 t/ha provided 39% greater number than the control treatment. The most evident effect of the poultry litter in the cutting period of sugarcane was on the productivity of green mass at 12 months after planting, which increased linearly. Therefore, up to 12.00 t/ha of poultry litter can be used to maximize the performance of sugarcane. The accumulation of soluble sugar, represented by the Brix degree, obtained in the present study is adequate nutritionally to be used in animal feeding.

Keywords: organic fertilization; poultry manure; residue; *Saccharum* spp.; sugarcane.

1. Introdução

No Brasil, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) é de vital importância no contexto socioeconômico e é a principal matéria-prima para produzir etanol como combustível para motores, além de açúcar e forragem para alimentação animal. Determinadas qualidades incluídas à cultura da cana, como a facilidade de plantio, o desempenho da colheita, precisamente na época de estiagem, e o bom cultivo alcançado no País tornaram-na um alimento de ampla importância para os produtores.

Atualmente, a cana-de-açúcar vem merecendo a atenção de extensionistas e produtores, por apresentar menor custo de produção em comparação com silagem e feno. No entanto, os trabalhos de pesquisa mostram que existem limitações em termos de consumo desta forrageira, em virtude, principalmente, do fato de que a digestibilidade da sua fibra é baixa (RODRIGUES, 2000), o que limita o consumo pelo enchimento do rúmen, em consequência do acúmulo de fibra não digerível (ØRSKOV; HOVELL, 1978; RODRIGUEZ, 1995; PEREIRA *et al.*, 1996).

Minas Gerais destaca-se como o maior produtor nacional de leite, com um rebanho de aproximadamente três milhões e meio de cabeças. Na avicultura, há produção de seiscentas mil toneladas de carne de frango de corte e um plantel de cinco milhões e meio de poedeiras (ovos brancos e vermelhos) (NAKAMAE, 2004). Com isso, há disponibilidade de grande quantidade de esterco de curral e de aves, que pode ser utilizado como fonte de adubo orgânico pelos pequenos produtores de cana-de-açúcar (GARCIA, 2005).

A agroecologia baseia-se em um modelo original de agricultura e trabalha no uso dos recursos naturais e produção de alimentos abrangendo os três pilares da sustentabilidade: “ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável”. O conhecimento da eficiência de utilização da cama de frango na produção de cana-de-açúcar irá desempenhar um importante papel na produção sustentável e no uso de recursos de forma a favorecer o ambiente, no que diz respeito à reciclagem de nutrientes de forma mais eficiente.

O uso de compostos orgânicos na agricultura ajusta a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (KIEHL, 1985; NAKAGAWA, 1992). Por ser rico em matéria orgânica e nutrientes para o sistema solo-planta, além da deficiência de microrganismos patogênicos, o composto de cama de frango apresenta propriedades que favorecem seu uso na agricultura (HENRY; WHITE, 1993; ATKINSON; JONES;

GAUTHIER, 1996; SARTAJ; FERNANDES; PATNI, 1997). Este fato, aliado ao alto custo dos adubos minerais, tem levado ao aumento de estudos para o aproveitamento da cama de aves como fertilizante orgânico (LANA *et al.*, 2010), em virtude de sua riqueza em nutrientes (COSTA *et al.*, 2009).

Existem poucos estudos sobre o uso de esterco de aves na produção de cana-de-açúcar (GARCIA, 2005). São necessários estudos mais detalhados comprovando esta prática que possibilitem incentivar os produtores a aproveitar os resíduos gerados na propriedade, podendo ser uma adequada opção para atenuar os custos de produção e colaborar com as práticas sustentáveis no campo.

No presente trabalho objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a qualidade da cana-de-açúcar em resposta à aplicação de níveis crescentes de cama de frango no solo no momento do plantio.

2. Material e métodos

O estudo foi conduzido no sítio Boa Vista, distrito de Cachoeirinha, Viçosa, MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro de 2013 a outubro de 2014. A área experimental tem a topografia de encosta e a fim de evitar influências de resíduos de adubações anteriores, procurou-se uma área sem manejo há mais de 10 anos e na qual predominava o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*).

A cidade de Viçosa localiza-se na região da Zona da Mata de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas a posição 20°45'20" de latitude Sul e 45°52'40" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 651 m. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A precipitação pluviométrica média é de 1.341,20 mm anuais. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997).

Antes da implantação do experimento, foi feita análise química do solo, para fins de caracterização, retirando-se com um enxadão, cinco subamostras com o mesmo volume na área do experimento, em forma de ziguezague, coletando o material ao acaso, para a obtenção de uma amostra composta da camada de 0,00-0,20 m. A amostra composta foi colocada em saco plástico identificado e encaminhada ao Laboratório de Análise de Solo Viçosa Ltda.

A cama de frango utilizada no experimento foi oriunda de uma granja produtora de frangos no município de Coimbra, MG, de primeiro lote de frangos e com uso de casca de café, sendo curtida por 75 dias, com mensuração de temperatura e revolvimento frequentes. Segundo Paulus, Muller e Barcellos (2000), a cama de frango deve ser utilizada bem curtida para evitar que o excesso de amônia na forma de gás, cause toxidez para as plantas, principalmente se as mesmas forem plantadas logo após a distribuição do material no solo.

Cinco subamostras de cama de frango foram coletadas ao acaso para a obtenção de uma amostra composta, com vistas à caracterização química, conforme apresentada a seguir: 3,54% N; 1,19% P; 2,96% K; 0,496% Na; 2,39% Ca; 0,71% Mg; 0,86% S; 18,56% CO; 5,24 C/N; 530 ppm Zn; 2134 ppm Fe; 538 ppm Mn; 67 ppm Cu; 55,70 ppm B; e pH = 7,2 e 23,4% umidade.

A calagem foi feita após análise do solo, que apresentou os seguintes resultados: pH em água (1:2,5) = 5,6; P = 2,1 mg dm⁻³; P-rem = 28,7 mg L⁻¹; K = 41,0 mg dm⁻³; Ca⁺² = 1,60 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 0,70 cmol_c dm⁻³; Al⁺³ = 0,00 cmol_c dm⁻³; H + Al = 5,12 cmol_c dm⁻³; SB = 2,40 cmol_c dm⁻³; CTC_(t) = 2,40 cmol_c dm⁻³; CTC_(T) = 7,52 cmol_c dm⁻³; V = 32,00%; e m = 0,00%. O calcário foi espalhado e incorporado através da aração em agosto de 2013 (dois meses antes do plantio), com base no método da saturação por bases e recomendação para a cultura, utilizando-se o equivalente a 4,00 t/ha de calcário dolomítico (PN = 70,50%; RE = 99,10%; PRNT = 69,90%; Ca²⁺ = 21,10 dag/kg; Mg²⁺ = 4,70 dag/kg). Foi feita a aração a aproximadamente 0,30 m de profundidade e gradagem (destorroamento), garantindo a descompactação do solo, reduzindo a infestação de pragas por área e a eliminação da braquiária. Por ocasião do plantio, em outubro de 2013, a sulcagem foi feita mecanicamente, a aproximadamente 0,30 m de profundidade e espaçamento de 1,00 m, utilizando o arado sulcador, sendo retirados os torrões do sulco (TORRES; RESENDE, 2014).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (doses de adubação) e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram da aplicação de 0 (controle); 3, 6, 9 e 12 t/ha de cama de frango. Cada unidade experimental teve 5 m de comprimento e 4 m de largura (quatro linhas de plantas espaçadas de 1 m), totalizando uma área de 20 m². Foram utilizadas as duas linhas centrais, descartando-se 0,50 m em cada extremidade, ficando portanto a área útil de 8 m².

A cama de frango foi colocada no fundo do sulco e coberta com um pouco de terra para não entrar em contato com a cana-de-açúcar. Foi utilizada a variedade de cana já existente no sítio, RB 867515, de ciclo médio/tardio e selecionada por apresentar maior produtividade. O plantio foi feito manualmente em espaçamento de 1,00 m entre linhas e duas fileiras de cana por sulco, sendo picada em tamanhos de 0,20 m dentro do sulco. O controle de plantas espontâneas foi por capina manual, com auxílio de enxada.

Aos quatro e dez meses, foram avaliados número de plantas por metro linear, altura da planta (medição do solo até a lígula das folhas mais altas), diâmetro do colmo (próximo à superfície do solo), número de folhas por planta e comprimento e largura da maior folha. Aos 12 meses foram obtidos os dados de produtividade (t/ha de massa verde), composição química das plantas, grau Brix e avaliação química do solo após o plantio.

Em outubro de 2014, o corte das plantas foi realizado de forma manual, rente ao solo, e as amostras foram picadas, acondicionadas em sacolas plásticas (500 g) e congeladas para posteriores análises laboratoriais. Após o descongelamento, as amostras foram acondicionadas em sacolas de papel, devidamente identificadas e levadas para estufa com ventilação forçada de ar à 55 °C, por 72 horas, e pesadas em balança semianalítica para a determinação da matéria seca ao ar. Em seguida, as amostras foram moídas e analisadas quanto ao teor de matéria seca a 105 °C, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (CNF), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (Cz), segundo Detmann, Souza e Valadares Filho (2012).

O grau Brix foi medido em amostras de caldo de cana, provenientes da moagem da cana em engenho elétrico, utilizando sacarímetro (densímetro).

Para averiguar o resultado das doses de adubação sobre as variáveis analisadas, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e regressão por meio do Minitab (RYAN; JOINER, 1994), utilizando-se, para comparação entre as médias, teste de Tukey, a 5% de significância.

3. Resultados e discussão

Ao comparar as características do solo antes e após a calagem, observou-se que o pH, os teores de P, Ca e H+Al, CTC_(t) e CTC_(T) diminuíram e o teor de magnésio permaneceu inalterado (Tabela 1). Portanto, os atributos químicos do solo pioraram com a aplicação de 4,0 t/ha de calcário dolomítico. Estes resultados podem ter ocorrido em

virtude do processo de aração e gradagem do solo após a aplicação do calcário, que revolveu a camada abaixo de 20 cm para a superfície, uma vez que a amostragem do solo se deu a 0-20 cm. Segundo Oliveira *et al.* (2007), a eficiência do calcário na correção da acidez do solo depende, dentre outros fatores, da sua granulometria, da distribuição uniforme no campo e da disponibilidade hídrica do solo. No caso do presente estudo, em 2013 houve um período de estiagem que pode ter afetado também a calagem.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo, antes e após a calagem, e após a colheita da cana-de-açúcar, em áreas adubadas com níveis crescentes de cama de frango

Item	pH água	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
		mg/dm ³			cmol _c /dm ³			
AnC ¹	5,6	2,1	41		1,6	0,7	0,0	5,12
ApC ²	4,9	1,9	57		1,3	0,7	0,1	4,46
0 t/ha ³	5,7	1,8	53		1,4	0,8	0,0	3,96
3 t/ha ³	5,7	3,4	83		1,5	0,9	0,0	3,30
6 t/ha ³	5,7	10,4	83		1,7	1,2	0,0	3,30
9 t/ha ³	5,8	13,8	100		1,7	1,1	0,0	3,14
12 t/ha ³	5,8	14,6	102		1,8	1,1	0,0	3,30

Item	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	P-rem
	cmol _c /dm ³			%		dag/kg	Mg/L
AnC ¹	2,40	2,40	7,52	32	0		28,7
ApC ²	2,15	2,25	6,61	33	4	3,73	31,0
0 t/ha ³	2,34	2,34	6,30	37	0	2,98	25,4
3 t/ha ³	2,61	2,61	5,91	44	0	2,98	26,3
6 t/ha ³	3,11	3,11	6,41	49	0	3,22	28,3
9 t/ha ³	3,06	3,06	6,20	49	0	3,10	29,3
12 t/ha ³	3,16	3,16	6,46	49	0	3,22	28,3

Item	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	mg/dm ³					
AnC ¹						
ApC ²	1,2	44,2	44,7	1,4	0,1	
0 t/ha ³	3,7	73,1	29,9	1,5	0,2	
3 t/ha ³	4,1	61,9	33,6	1,3	0,6	
6 t/ha ³	4,8	76,8	47,8	1,3	0,2	
9 t/ha ³	4,8	32,3	30,8	1,2	0,2	
12 t/ha ³	5,1	52,7	31,9	1,1	0,3	

¹ AnC = antes da calagem. ² ApC = após a calagem com 4 t/ha de calcário dolomítico com PN = 70,5%; RE = 99,1%; PRNT = 69,9%; Ca²⁺ = 21,1 dag/kg; Mg²⁺ = 4,7 dag/kg. ³ t/ha = cama de frango em t/ha com 3,54% N; 1,19% P; 2,96% K; 0,496% Na; 2,39% Ca; 0,71% Mg; 0,86% S; 18,56% CO; 5,24 C/N; 530 ppm Zn; 2134 ppm Fe; 538 ppm Mn; 67 ppm Cu; 55,7 ppm B; pH = 7,2 e 23,4% umidade. Teores determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico), na matéria seca a 75 °C. Nitrogênio determinado pelo método Kjeldahl. Umidade em estufa a 75 °C.

De acordo com Santos, Bellingieri e Freitas (2004), os compostos orgânicos são fontes de P, K, Ca, Mg, Cu e Zn, podendo ser indicados, principalmente, para solos pobres. Para os parâmetros de fertilidade do solo, os compostos promovem benefícios ao solo, favorecendo a elevação do pH, da soma de bases (SB), da capacidade de troca catiônica (T) e da saturação por bases (V%), além de diminuição da acidez potencial (H+Al). No presente trabalho, observou-se ligeiro aumento de pH, aumento de P, K, Ca, Mg, SB, CTC(t) e V com uso de cama de frango (Tabela 1).

Segundo a CFSEMG (1999), a quantidade de adubo orgânico e de adubo químico a ser aplicado no sulco de plantio da cana-de-açúcar baseia-se na quantidade de fósforo (P_2O_5) presente nos adubos e no solo e na necessidade da cultura, variando de 100 a 140 kg/ha. No presente estudo, este nível foi obtido com 10 t/ha de cama de frango.

A matéria seca da cama de frango varia entre 70,7 e 78,7%, mesmo sendo proveniente de uma mesma granja, e pode variar dependendo do manejo, da composição da ração e do desperdício dos comedouros e bebedouros (BENEDETTI *et al.*, 2009). Assim, o conhecimento desse valor é importante no cálculo da reposição de nutrientes, exigida pelas culturas. No presente estudo, o teor de matéria seca foi de 76,6%, estando dentro da faixa apresentada acima.

Houve efeito quadrático ($P < 0,01$) do nível crescente de cama de frango sobre o número de plantas/m linear aos quatro meses após o plantio, sendo os menores valores observados para os níveis 0 e 3 t/ha de cama de frango e o maior valor para o nível de 6 t/ha, enquanto os níveis de 9 e 12 t/ha apresentaram valores intermediários, não diferindo entre si e dos três primeiros níveis. Não houve efeito ($P > 0,05$) do nível crescente de cama de frango sobre a altura das plantas, o diâmetro do colmo, a largura e o comprimento da maior folha aos quatro meses (Tabela 2).

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) do nível crescente de cama de frango sobre o número de folhas/planta aos quatro meses, em que o maior valor foi observado para o nível de 3 t/ha de cama de frango e o menor valor para o nível de 12 t/ha, enquanto os níveis de 0, 6 e 9 t/ha apresentaram valores intermediários, não diferindo entre si e dos demais (Tabela 2).

Houve efeito linear decrescente ($P < 0,01$) do nível de cama de frango sobre o diâmetro do colmo aos dez meses (Tabela 3). O teste de média apresentou menores valores para 0, 6 e 9 t/ha e maior valor para 3 t/ha de cama de frango. O nível de 12 t/ha apresentou valor intermediário de diâmetro do colmo, não diferindo dos demais tratamentos. Não houve efeito ($P > 0,05$) do nível crescente de cama de frango sobre o

número de plantas/m linear, a altura das plantas, a largura e o comprimento da maior folha e o número de folhas/planta aos dez meses (Tabela 3).

Tabela 2 – Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos quatro meses, em função da adubação orgânica com cama de frango no plantio

Item	Cama de Frango (t/ha)					EP	Signif.	ER
	0	3	6	9	12			
Plantas/m linear	8,63a	9,15a	12,0b	9,80ab	10,8ab	0,51	0,001	1
Altura da planta, cm	33,20	40,50	42,60	38,50	36,40	2,75	0,128	
Diâmetro do colmo, mm	18,80	20,70	22,00	19,40	18,30	1,37	0,173	
Largura da folha, mm	31,30	33,60	35,10	34,40	33,20	1,30	0,173	
Comprimento da folha, cm	117,00	132,00	133,00	135,00	136,00	4,63	0,075	
Número de folhas/planta	6,06ab	6,63a	6,31ab	6,38ab	5,94b	0,14	0,035	2

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; EP = erro padrão da média; Signif. = significância pelo teste F; ER = equação de regressão: ¹ $8,50 + 0,546X - 0,0313X^2$, $R^2 = 0,51$; ² $6,13 + 0,138X - 0,0129X^2$, e $R^2 = 0,73$.

Tabela 3 – Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos dez meses, e produtividade aos 12 meses, em função da adubação orgânica com cama de frango no plantio

Item	Cama de Frango (t/ha)					EP	Signif.	ER
	0	3	6	9	12			
Plantas/m linear	9,20	9,23	9,30	9,53	9,60	0,57	0,500	
Altura da planta, cm	132,50	144,00	131,50	136,00	141,20	5,59	0,200	
Diâmetro do colmo, mm	24,2b	26,70a	24,2b	23,50b	24,70ab	0,48	0,001	1
Largura da folha, mm	50,90	53,10	55,40	53,00	51,20	2,29	0,220	
Comprimento da folha, cm	91,00	124,00	124,00	122,00	123,00	21,40	0,230	
Número de folhas/planta	6,31	6,44	6,25	5,94	6,19	0,14	0,210	
Produtividade de MV, t/ha	57,70a	81,20ab	71,30ab	72,50ab	97,20b	7,93	0,039	2

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; EP = erro padrão da média; Signif. = significância pelo teste F; ER = equação de regressão: ¹ $25,1 - 0,07X$, $r^2 = 0,08$; ² $61,9 + 2,34X$, $r^2 = 0,26$; e MV = massa verde.

Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) do nível de cama de frango sobre a produtividade de massa verde aos 12 meses (Tabela 3). O teste de média apresentou menor valor para 0 t/ha e maior valor para 12 t/ha de cama de frango. Os níveis de 3, 6 e 9 t/ha apresentaram valores intermediários de produtividade de massa verde, não diferindo entre si e dos demais tratamentos.

No presente estudo, a melhor produtividade foi obtida com 12 t/ha de cama de frango. Menezes *et al.* (2009) afirmaram que a aplicação de 10 t/ha de cama de frango é eficiente na produtividade das diferentes forrageiras. A produtividade de matéria seca das

forrageiras é baixa quando não há adubação. A aplicação das adubações deve ser realizada na época em que as condições climáticas favorecem a produção de forragens.

Os teores médios de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) obtidos no presente estudo aos 365 dias foram de 32,9 e 46,7%, respectivamente (Tabela 4). Azevedo, Pereira e Carneiro *et al.* (2003) observaram para cana-de-açúcar variedade RB 867515 aos 426 e 549 dias valores de 27,1 e 30,6% de MS e 50,1 e 47,8% de FDN, respectivamente. Shigaki, Freitas e Berto *et al.* (2003) e Santos, Evangelista e Patni *et al.* (2006) apresentaram para a cana-de-açúcar variedade RB 72-454 valores de FDN de 47,0 e 48,6%, respectivamente. Portanto, os resultados do presente estudo são próximos aos relatados pelos referidos autores, mostrando que a composição da cana variou pouco no período apropriado para o corte.

Tabela 4 – Composição química da cana-de-açúcar aos 12 meses, em função da adubação orgânica com cama de frango no plantio

Cama de Frango (t/ha)	%MS	%FDNcp na MS	%CNF na MS	%PB na MS	%EE na MS	%Cz na MS	°Brix
0,00	33,10	44,70	50,20	2,25	0,79	2,12	21,50
3,00	34,20	51,00	44,00	1,91	0,95	2,17	21,50
6,00	33,00	45,00	49,40	2,27	0,90	2,34	17,50
9,00	31,80	47,90	46,40	2,17	1,00	2,57	21,00
12,00	32,30	45,10	49,60	2,25	0,64	2,42	18,00
Média	32,90	46,70	47,90	2,17	0,86	2,33	19,90
DP	0,90	2,70	2,60	0,15	0,14	0,18	1,70
CV	2,80	5,80	5,50	7,00	16,90	8,00	8,60

MS = matéria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; Cz = cinzas; DP = desvio padrão; e CV = coeficiente de variação (%).

A avaliação da maturidade da cana-de-açúcar pode ser feita em função do teor de graus Brix do colmo, sendo valor igual ou superior a 18 °Brix recomendado para o corte da cana. O teor de graus Brix do colmo permite ainda obter o valor nutritivo da cana-de-açúcar, pois este teor somado de 40 unidades representa a aproximação do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e esse valor relaciona-se linearmente com a digestibilidade da matéria seca da planta inteira. Como exemplo, um colmo de cana com valor de 18 °Brix indica que a planta inteira da cana possui digestibilidade da matéria seca de 58%. Assim, a leitura do grau Brix pode auxiliar os produtores na colheita do talhão

de cana no momento em que a planta apresenta valor nutritivo adequado (AMARAL; BERNARDES, 2011).

O grau Brix obtido no presente estudo foi igual ou superior a 18, exceto para 6 t/ha de cama de frango, que apresentou valor de 17,5 (Tabela 4). Rodrigues, Primavesi e Esteves (1997) obtiveram grau Brix de 17,8 para a variedade RB 72-454, com 450 dias, e Muraro, Júnior e Oliveira *et al.* (2009), obteve grau Brix de 17,4 para a mesma variedade, com 420 dias. Portanto, os valores de grau Brix, obtidos no presente estudo, são adequados do ponto de vista nutricional, com vistas ao uso na alimentação animal.

Deve-se ressaltar a necessidade de mais estudos com maior variação de doses e tipos de cama, para uma melhor interpretação e maior confiabilidade dos dados. Porém, atentar-se quanto à composição química do adubo orgânico utilizado é de fundamental importância para a viabilidade do processo.

4. Conclusões

O nível de 6 t/ha de cama de frango aumentou em 39% o número de plantas emergidas aos quatro meses após o plantio em relação ao tratamento-controle.

A produtividade de massa verde de cana-de-açúcar aos 12 meses após o plantio aumentou de forma linear com o aumento do nível de cama de frango. Portanto, pode-se usar até 12 t/ha de cama de frango para maximizar o desempenho da cultura.

O acúmulo de açúcar solúvel, representado pelo grau Brix, obtido no presente estudo, é adequado quanto ao aspecto nutricional, com vistas ao uso na alimentação animal.

5. Literatura citada

AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F. **Como definir o ponto de colheita do da cana-de-açúcar**. BeefPoint, 2011. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/conservacao-de-forragens/como-definir-o-ponto-de-colheita-da-cana-de-acucar-67828/>>. Acesso em: 5 maio 2015.

ATKINSON, C. F.; JONES, D. D.; GAUTHIER, J. Biodegradability and microbial activities during composting of poultry litter. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 608-617, 1996.

AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, P. C. S. *et al.* Composição químico bromatológico, fracionamento de carboidratos e degradação in vitro da fibra de três

variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.

BENEDETTI, M. P.; FUGIWARA, A. T.; FACTORI, M. A. *et al.* Adubação com cama de frango em pastagem. Águas de Lindóia, SP. **Anais... Águas de Lindóia, SP: ZOOTEC**, 2009. (CD Rom).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 360 p.

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. A. *et al.* Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1991-1998, 2009. (Edição especial).

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214 p.

GARCIA, J. C. **Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola e de aguardente teórica de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**. 2005. 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.

HENRY, S. T.; WHITE, R. K. Composting broiler litter from two management systems. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 36, n. 3, p. 873-877, 1993.

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

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

MENEZES, J. F. S.; FREITAS, K. R.; CARMO, M. L. *et al.* Produtividade de massa seca de forrageiras adubadas com cama de frango e dejetos líquidos de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS. USO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COMO FERTILIZANTE, 1., 2009. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2009. p. 322-327.

MURARO, G. B.; JÚNIOR, P. R.; OLIVEIRA, V. C. *et al.* Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1525-1531, 2009.

NAKAGAWA, J. Compostagem: obtenção e uso. In: GUERRINI, I. E.; BULL, L. T. (Ed.). ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO – Problemas e soluções, 1., Botucatu, SP, 1992. **Anais...** Botucatu, SP: FEPAF, 1992. p. 159-187.

NAKAMAE, I. J. (Ed.). **Anualpec**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP, 2004. p. 191-232.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R. *et al.* Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 239, p. 30-43, jul./ago. 2007.

ØRSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. Digestion ruminal del heno (medida através de bolsas de dracon) en el ganado alimentado com caña de azucar o heno de pangola. *Tropical Animal Production*, v. 3, n. 1, p. 9-11, 1978.

PAULUS, G.; MULLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER-RS, 2000. p. 86.

PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R. *et al.* Degradabilidade in vivo e in sito de nutrientes e eficiência de síntese de proteína microbiana, em bovinos, alimentados com cana-de-açúcar sob diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 4, p. 763-777, 1996.

RODRIGUEZ, N. M. Pesquisas sobre dinâmica da fermentação ruminal e partição da digestão realizadas no Departamento de Zootecnia da Escola de veterinária da UFMG. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, Viçosa, MG, 1995. **Anais...Viçosa: JARD**, 1995. p. 389-417.

RODRIGUES, A. A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S. N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 12, p. 1333-1338, 1997.

RODRIGUES, A. A. Cana-de-açúcar como recurso forrageiro para a alimentação de bovinos na época da seca. In: SEMANA DO ESTUDANTE – ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS NA SECA, NOS SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO, 14., 2000. **São Carlos, SP**. Anais... São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. p. 1-20.

RYAN, B. F.; JOINER, B. L. **Minitab handbook**. 3. ed. Belmont: Duxbury Press, 1994. 448 p.

SARTAJ, M.; FERNANDES, L.; PATNI, N. K. Performance of forced, passive, and natural aeration methods for composting manure slurries. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 40, n. 2, p. 457-463, 1997.

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 sogro granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Científica**, Jaboticabal, SP, v. 32, n. 2, p. 134-140, 2004.

SHIGAKI, F.; FREITAS, N.; BERTO, A. *et al.* Avaliação do valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar para alimentação bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

TORRES, R. A.; RESENDE, H. **Instrução técnica para o produtor de leite**. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/nova/informacoes/pastprod/alimentacao.php>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG: UFV, 1997.

2º Artigo

Produção de cana-de-açúcar adubada com esterco bovino

Resumo: Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desenvolvimento e a qualidade da cana-de-açúcar em resposta à aplicação de níveis crescentes de esterco bovino, no solo, no momento do plantio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos 0, 4,5, 9, 13,5 e 18 t/ha de esterco bovino. A calagem (4 t/ha) foi feita após análise do solo, à lancha, seguida de aração profunda (0,30 m) e gradagem, dois meses antes do plantio. Em outubro de 2013, a sulcagem foi feita por ocasião do plantio, com 0,30 m de profundidade e espaçamento de 1 m. O esterco bovino foi colocado no fundo do sulco, seguido do plantio da cana, variedade RB 867515, em espaçamento de 1 m entre linhas e duas fileiras de cana por sulco, sendo picada em tamanhos de 0,20 m. O controle de plantas espontâneas foi feito por capina manual e os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Aos quatro meses após o plantio da cana-de-açúcar houve efeito linear positivo do esterco bovino sobre altura da planta e diâmetro do colmo, e quadrático positivo sobre largura e comprimento da maior folha. Não houve efeito do esterco bovino sobre o número de plantas/m linear e o número de folhas/planta. Houve efeito quadrático positivo do esterco bovino sobre a altura das plantas aos dez meses, e linear positivo sobre a produção de massa verde aos 12 meses. Não houve efeito do esterco bovino sobre o número de plantas, diâmetro do colmo, largura e comprimento da maior folha e número de folhas/planta aos dez meses. Não foi observada mudança de composição química em função dos diferentes níveis de adubação. No momento do corte, o efeito do esterco bovino sobre a cana-de-açúcar foi sobre o parâmetro mais desejável, a produtividade de massa verde; portanto, pode-se usar até 18 t/ha de esterco bovino para maximizar o desempenho da cultura.

Palavras-chave: adubação orgânica; canavial; esterco de curral; resíduo; *Saccharum spp.*

Evaluation of cow manure on sugarcane production

Abstract: This work aims to evaluate the development and chemical composition of sugarcane in response to the application of cow manure. The experiment was analyzed as randomized blocks design, with five treatments and four replications, being the treatments 0.00, 4.50, 9.00, 13.50 and 18.00 t/ha of cow manure. The limestone (4.00 t/ha) was applied after soil analysis, followed by deep tilling (0.30 m), two months before planting. The groove was done in October 2013, with 0.30 m deep and 1.00 m spacing. The cow manure was placed at the bottom of the groove, followed by planting sugarcane variety RB 867515, in 1.00 m spacing between grooves and two sugar cane side by side per groove line, being cut in 0.20 m sizes. The control of spontaneous plants was by hand weeding. The data were subjected to analysis of variance and regression. Four months after planting the sugar cane, there was positive linear effect of cow manure on plant height and culm diameter, and quadratic positive effect on width and length of the largest leaf. There was no effect of cow manure on number of plants/m linear and the number of leaves/plant. There was quadratic positive effect of cow manure on plant height at 10 months and linear positive effect on the production of green mass at 12 months. There was no effect of cow manure on number of plants, culm diameter, width and length of the largest leaf and number of leaves/plant at 10 months. It was not observed change of chemical composition as a function of the different levels of fertilization. The effect of cow manure on sugarcane production at the time of the cut was on the most desirable parameter: the productivity of green mass; however, up to 18.00 t/ha of cow manure can be used to maximize the culture performance.

Keywords: manure; organic fertilization; residue; *Saccharum spp.*; sugarcane.

1. Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) foi introduzida no Brasil no período colonial e transformou-se em uma das principais culturas da economia brasileira. Atualmente, a sua produção tem grande destaque por apresentar diversas finalidades, como na produção de álcool, cachaça, açúcar, açúcar mascavo, rapadura, melado, forragem e subprodutos para utilização como adubo e geração de energia.

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar e o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol e conquista cada vez mais o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética. Responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo, o País deve alcançar taxa média de aumento da produção de 3,25% até 2018/19 e colher 47,3 milhões de toneladas do produto, o que corresponde a um acréscimo de 14,6 milhões de toneladas em relação ao período 2007/2008. Para as exportações, o volume previsto para 2019 é de 32,60 milhões de toneladas (MAPA, 2015).

O etanol produzido no Brasil a partir da cana-de-açúcar também conta com projeções positivas para os próximos anos, em virtude, principalmente, do crescimento do consumo interno. A produção estimada para 2019 é de 58,8 bilhões de litros, mais que o dobro da registrada em 2008. O consumo interno está projetado em 50 bilhões de litros e as exportações em 8,8 bilhões (MAPA, 2015).

Enquanto no passado chegou-se à conclusão que a cana-de-açúcar não seria um alimento adequado para vacas em lactação (PAIVA *et al.*, 1991), trabalhos recentes têm mostrado que a adequada suplementação da cana-de-açúcar pode permitir produções de até 30 kg de leite por vaca ao dia. Isso mostra que o potencial da cana-de-açúcar como forrageira deve ser reavaliado, apesar de relatos mencionarem o seu uso como suplemento para animais já em 1913 (QUEIRÓZ *et al.*, 2008).

A principal limitação para o uso da cana-de-açúcar na nutrição de animais de elevado potencial de produção é a baixa digestibilidade da fibra, aliada ao baixo teor de proteína bruta (PEREIRA *et al.*, 2001; SIQUEIRA *et al.*, 2012).

Na agricultura convencional, o sistema de cultivo da cana-de-açúcar é agroquímico e em monocultura, sendo bastante criticado (MARGARIDO *et al.*, 2005). A cultura da cana-de-açúcar consiste em um bioconversor altamente eficiente de energia solar em matéria orgânica e tem boa capacidade de prevenção da erosão do solo, ou seja,

como planta, ela atende muito bem às características desejáveis para sistemas de produção agroecológico.

Atualmente, a maior parte das unidades produtoras de cana ainda utiliza a adubação mineral, como fonte de nutrientes. Porém, já é notória a preocupação de se obter um novo produto, de maior valor agregado, por algumas unidades que utilizam o sistema de adubação orgânica ou quase totalmente orgânica (ANJOS *et al.*, 2007). A produção de cana orgânica é viável, pois conseguem-se produtividades agrícolas similares às obtidas com adubação mineral (MATSUOKA *et al.*, 2002).

Os fertilizantes têm sido recomendados com base na análise do solo e nas exigências nutricionais das plantas, com vistas ao máximo desempenho produtivo. Entretanto, com a possível escassez dos fertilizantes, que são recursos naturais não renováveis, em um futuro próximo, haverá necessidade de se utilizar alternativas para melhorar a eficiência de uso destes recursos, diminuir a dependência e conservar as reservas restantes para as gerações futuras (GUIMARÃES *et al.*, 2011).

Há necessidade de ampliar as perspectivas de um sistema de cultivo agrícola que seja o menos impactante possível ao meio ambiente e que, também, adicione valor à matéria-prima produzida na propriedade. A cultura da cana-de-açúcar utilizando esterco bovino traz essa perspectiva.

A adubação orgânica com esterco bovino é uma prática milenar, tendo perdido prestígio com a introdução da adubação mineral, em meados do século XIX, e retomado a importância, nas últimas décadas, com o crescimento da preocupação com as questões relativas à necessidade de preservação do meio ambiente, com a alimentação saudável e com a necessidade de adequada destinação às grandes quantidades de esterco produzidas em alguns países (HOLANDA, 1990; BLAISE *et al.*, 2005; SALAZAR *et al.*, 2005).

Andrade (1998) afirmou que o uso de esterco poderá até mesmo substituir a adubação química de plantio. De acordo com Anjos *et al.* (2007), é viável a substituição da adubação química pela orgânica (esterco de curral), sem que haja perda da qualidade e produtividade da cana.

No entanto, há poucos trabalhos sobre a recomendação de esterco bovino a ser utilizada no plantio de cana. De acordo com Garcia (2005), a maioria dos trabalhos com uso de esterco bovino na produção de cana-de-açúcar foi realizada na Índia, sendo necessários mais trabalhos no Brasil. Também são necessários estudos mais detalhados comprovando a eficácia desta prática, como forma de incentivar o produtor a aproveitar os resíduos gerados na sua propriedade.

A finalidade, com o presente trabalho, foi avaliar o desenvolvimento e a qualidade da cana-de-açúcar em resposta à aplicação de níveis crescentes de esterco bovino, no solo, no momento do plantio.

2. Material e métodos

O estudo foi conduzido no sítio Boa Vista, distrito de Cachoeirinha, Viçosa, MG, de propriedade da Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro de 2013 a outubro de 2014, visando o cultivo de cana-de-açúcar em resposta à aplicação de níveis crescentes de esterco bovino. A área experimental tem a topografia de encosta e, a fim de impedir influência de resíduos de adubações anteriores, procurou-se uma área sem manejo há mais de dez anos e na qual predominava o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*).

A cidade de Viçosa localiza-se na região da Zona da Mata de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas a posição 20°45'20" de latitude Sul e 45°52'40" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 651 m. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A precipitação pluviométrica média é de 1.341,2 mm anuais. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997).

Antes da implantação do experimento foi feita análise química do solo, para fins de caracterização, retirando-se, com um enxadão, cinco subamostras com o mesmo volume na área do experimento, em forma de zigue zague, coletando o material ao acaso, para a obtenção de uma amostra composta da camada de 0-20 cm. A amostra composta foi colocada em saco plástico identificado e encaminhada ao Laboratório de Análise de Solo Viçosa Ltda.

O esterco bovino foi mantido amontoado e coberto por lona plástica durante 60 dias, sendo, em seguida, coletadas cinco subamostras, ao acaso, para a obtenção de uma amostra composta com vistas à caracterização química. O esterco utilizado no experimento teve origem no próprio sítio onde foi implantado o experimento e apresentou: 2,71% N; 0,66% P; 1,68% K; 0,336% Na; 1,76% Ca; 0,75% Mg; 0,53% S; 21,06% CO; 7,77 C/N; 139 ppm Zn; 4.484 ppm Fe; 280 ppm Mn; 28 ppm Cu; 12,4 ppm B; pH = 7,9; e 42,8% umidade.

A calagem foi feita após análise do solo e apresentou os seguintes resultados: pH em água (1:2,5) = 5,60; P = 2,10 mg dm⁻³; P-rem = 28,70 mg L⁻¹; K = 41,00 mg dm⁻³; Ca⁺² = 1,60 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 0,70 cmol_c dm⁻³; Al⁺³ = 0,00 cmol_c dm⁻³; H + Al = 5,12 cmol_c dm⁻³; SB = 2,40 cmol_c dm⁻³; CTC_(t) = 2,40 cmol_c dm⁻³; CTC_(T) = 7,52 cmol_c dm⁻³; V = 32,0%; e m = 0,0%. O calcário foi espalhado e incorporado por meio da aração em agosto de 2013 (dois meses antes do plantio), com base no método da saturação por bases e recomendação para a cultura, utilizando-se o equivalente a 4 t/ha de calcário dolomítico (PN = 70,5%; RE = 99,1%; PRNT = 69,9%; Ca²⁺ = 21,1 dag/kg; Mg²⁺ = 4,7 dag/kg). Foi feita aração a aproximadamente 0,30 m de profundidade, e gradagem (destorroamento), garantindo a descompactação do solo, reduzindo a infestação de pragas por área e a eliminação da braquiária. A sulcagem foi feita mecanicamente, por ocasião do plantio, em outubro de 2013, a aproximadamente 0,30 m de profundidade e espaçamento de 1 m, utilizando o arado sulcador, sendo retirados os torrões do sulco (TORRES; RESENDE, 2014).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (níveis de adubação) e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram da aplicação de 0 (controle), 4,5, 9, 13,5 e 18 t/ha de esterco bovino na matéria natural. Cada unidade experimental teve 5 m de comprimento e 4 m de largura, totalizando uma área de 20,00 m², sendo constituída por quatro linhas de plantas, considerando-se como área útil (8 m²) as duas linhas centrais, descartando-se, também, 0,50 m em cada extremidade.

O esterco bovino foi colocado no fundo do sulco. A cana-de-açúcar foi plantada manualmente, utilizando-se a variedade RB 867515, em espaçamento de 1 m entre linhas e duas fileiras de cana por sulco, sendo picada em tamanhos de 0,20 m dentro do sulco. O controle de plantas espontâneas foi feito por capina manual, com o auxílio de enxada.

Aos quatro e dez meses foram obtidas informações sobre o número de plantas por metro linear, altura da planta (medição do solo até a lígula das folhas mais altas), diâmetro do colmo (próximo à superfície do solo), número de folhas por planta e comprimento e largura da maior folha. Aos 12 meses foram obtidos os dados de produtividade (t/ha de massa verde), amostragem da planta para composição química e avaliação química do solo pós-plantio.

Em outubro de 2014, o corte das plantas foi realizado de forma manual, rente ao solo, e as amostras das plantas foram picadas, acondicionadas em sacolas plásticas (500 g) e congeladas para posteriores análises laboratoriais. Após o descongelamento, as

amostras foram acondicionadas em sacolas de papel, devidamente identificadas e levadas para estufa com ventilação forçada de ar à 55 °C, por 72 horas, e pesadas em balança semianalítica para a determinação da matéria seca ao ar. Em seguida, as amostras foram moídas e analisadas quanto ao teor de matéria seca a 105 °C, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (CNF), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (Cz), segundo Detmann, Souza e Valadares Filho (2012).

O grau Brix foi medido em amostras de caldo de cana, proveniente da moagem da cana em engenho elétrico, utilizando sacarímetro (densímetro).

Para averiguar o resultado das doses de adubação sobre as variáveis analisadas, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e regressão por meio do Minitab (RYAN; JOINER, 1994), utilizando-se, para comparação entre as médias, teste de Tukey, a 5% de significância.

3. Resultados e discussão

Os atributos químicos do solo pioraram com a aplicação de 4 t/ha de calcário dolomítico (Tabela 1), podendo ter ocorrido em virtude do processo de aração e gradagem do solo após a aplicação do calcário, que revolveu a camada abaixo de 0,20 m para a superfície, sendo que a amostragem do solo se deu a 0,00-0,20 m. Segundo Oliveira *et al.* (2007), a eficiência do calcário na correção da acidez do solo depende, dentre outros fatores, da sua granulometria, da distribuição uniforme no campo e da disponibilidade hídrica do solo. No caso do presente estudo, um período de estiagem em 2013 pode ter afetado também a calagem.

O uso agrícola de resíduos orgânicos, como o esterco de gado, é um recurso vantajoso, que tem sido recomendado por proporcionar benefícios agrônômicos, como elevação do pH do solo (SILVA *et al.*, 2001), redução da acidez potencial e aumento da disponibilidade de macronutrientes (BERTON *et al.*, 1997), além de representar um benefício de ordem social, pela disposição final menos impactante do resíduo no ambiente (FREITAS *et al.*, 2012). Neste estudo, o pH aumentou com a elevação do nível de esterco bovino.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo, antes e após a calagem, e após a colheita da cana-de-açúcar em áreas adubadas com níveis crescentes de esterco bovino

Item	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
	Água	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			
AnC ¹	6,2	6,2	67		2,8	1,1	0,0	4,13
ApC ²	4,9	3,8	56		1,8	0,9	0,0	4,29
0,0 t/ha ³	5,6	2,5	60		1,8	1,0	0,0	3,30
4,5 t/ha ³	5,4	2,1	67		1,9	1,0	0,0	3,96
9,0 t/ha ³	5,6	2,5	48		1,9	1,0	0,0	3,30
13,5 t/ha ³	5,7	4,7	63		2,3	1,2	0,0	3,14
18,0 t/ha ³	5,8	4,7	64		2,0	1,2	0,0	3,30

Item	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	P-rem
	cmol _c /dm ³			%		dag/kg	mg/L
AnC ¹	4,07	4,07	8,20	50	0		33,1
ApC ²	2,84	2,84	7,13	40	0	3,86	32,1
0,0 t/ha ³	2,95	2,95	6,25	47	0	3,35	29,3
4,5 t/ha ³	3,07	3,07	7,03	44	0	4,26	27,3
9,0 t/ha ³	3,02	3,02	6,32	48	0	3,35	28,3
13,5 t/ha ³	3,66	3,66	6,80	54	0	3,73	30,5
18,0 t/ha ³	3,36	3,36	6,66	50	0	3,35	29,3

Item	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	mg/dm ³					
AnC ¹						
ApC ²	2,3	52,4	50,2	1,6	0,2	
0,0 t/ha ³	2,0	97,1	55,7	1,6	0,2	
4,5 t/ha ³	2,2	71,2	49,5	1,6	0,4	
9,0 t/ha ³	1,5	65,6	47,8	1,4	0,3	
13,5 t/ha ³	2,7	100,9	68,2	1,8	0,2	
18,0 t/ha ³	2,7	89,7	66,4	1,5	0,2	

¹ AnC = antes da calagem. ² ApC = após a calagem com 4,00 t/ha de calcário dolomítico com PN = 70,50%; RE = 99,10%; PRNT = 69,90%; Ca²⁺ = 21,10 dag/kg; Mg²⁺ = 4,70 dag/kg. ³ t/ha = esterco bovino em t/ha com 2,71% N; 0,66% P; 1,68% K; 0,336% Na; 1,76% Ca; 0,75% Mg; 0,53% S; 21,06% CO; 7,77 C/N; 139,00 ppm Zn; 4.484,00 ppm Fe; 280,00 ppm Mn; 28,00 ppm Cu; 12,40 ppm B; pH = 7,90; e 42,80% umidade. Teores determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico), na matéria seca a 75 °C. Nitrogênio (N) determinado pelo método Kjeldahl. Umidade em estufa à 75 °C.

Oliveira *et al.* (2007) afirmam que a cana-de-açúcar, por produzir grande quantidade de massa, extrai do solo e acumula, na planta, grande quantidade de nutrientes. No presente trabalho, somente o fósforo decresceu no solo após o primeiro corte da cana, com uso de 0, 4,5 e 9 t/ha de esterco bovino, mas 13,5 e 180 t/ha de esterco mantiveram o nível inicial de fósforo (Tabela 1).

De acordo com Malavolta *et al.* (2002), quimicamente, a adubação orgânica é importante fonte de nutrientes, especialmente N, P, K e micronutrientes, sendo a única forma de armazenamento de N que não volatiliza e, ainda, responsável por 80% do fósforo total encontrado no solo. Observa-se, assim, que as culturas em geral, e também a cana-de-açúcar, apresentam, como regra, alta exigência em nitrogênio e, ou, potássio e em cobre e molibdênio; entretanto, a ordem de exigência dos demais nutrientes pode sofrer variação entre as culturas e até entre cultivar/híbrido. Em geral, a ordem-padrão decrescente de extração das culturas é a seguinte: macronutrientes: N > K > Ca > Mg > P ↔ S; e micronutrientes: Cl > Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo.

O aumento gradativo de esterco bovino elevou o teor de P, mas não alterou, de forma perceptível, os demais parâmetros analisados (Tabela 1). Vale ressaltar que embora tenha sido utilizado nível de até 18 t/ha de esterco bovino, o teor de matéria seca foi baixo (57,2%), contribuindo com 10,3 t/ha de matéria seca.

Aos quatro meses após o plantio da cana não houve efeito ($P > 0,05$) do nível crescente de esterco bovino sobre o número de plantas/m linear e o número de folhas/planta (Tabela 2). Entretanto, houve efeito linear crescente ($P < 0,01$) do nível de esterco bovino sobre a altura da planta e o diâmetro do colmo, em que o nível de 18 t/ha (teor de umidade = 42,8%) proporcionou valores 83 e 47% superiores, respectivamente, ao tratamento-testemunha.

Tabela 2 – Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos quatro meses, em função da adubação orgânica com esterco bovino

Item	Esterco Bovino (t/ha)					EP	Signif.	ER
	0,00	4,50	9,000	13,5	18,00			
Plantas/m linear	6,73	8,35	8,63	8,80	8,63	0,92	0,198	
Altura da planta, cm	25,40a	30,80ab	38,10bc	35,70b	46,40c	2,21	0,001	1
Diâmetro do colmo, mm	14,90a	17,60ab	19,70bc	18,50abc	21,90c	0,82	0,001	2
Largura da folha, mm	26,50a	31,90ab	33,90ab	32,80ab	36,80b	2,16	0,054	3
Comprimento da folha, cm	101,00a	117,00ab	135,00bc	131,00bc	140,00c	4,27	0,001	4
Número de folhas/planta	6,56	6,69	6,81	6,88	6,56	0,15	0,198	

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; EP = erro padrão da média; Signif. = significância pelo teste F; ER = equação de regressão: ¹ $25,9 + 1,04X$, $r^2 = 0,88$; ² $15,60 + 0,33X$, $r^2 = 0,82$; ³ $27,2 + 0,858X - 0,0214X^2$, $R^2 = 0,85$; ⁴ $102 + 4,29X - 0,127X^2$, e $R^2 = 0,93$.

Houve efeito quadrático ($P = 0,05$) do nível crescente de esterco bovino sobre a largura da maior folha, sendo que o maior valor foi observado para o nível de 18 t/ha de

esterco bovino e o menor valor para o nível de 0 t/ha, enquanto os níveis de 4,5, 9,0 e 13,5 t/ha apresentaram valores intermediários, não diferindo dos demais.

Houve efeito quadrático ($P < 0,01$) do nível crescente de esterco bovino sobre o comprimento da maior folha, sendo observado maior valor para o nível de 18 t/ha de esterco bovino e o menor valor para o nível de 0 t/ha, enquanto os níveis de 4,5, 9,0 e 13,5 t/ha apresentaram valores intermediários, não diferindo entre si, sendo que 4,50 t/ha também não diferiu de 0,0 t/ha, enquanto 9,00 e 13,5 t/ha não diferiram de 18,0 t/ha (Tabela 2).

Pelos resultados apresentados aos quatro meses após o plantio, houve benefício do uso de esterco bovino para a maioria dos parâmetros avaliados. Estes resultados estão de acordo com os de Freitas *et al.* (2012), em trabalho feito com sorgo, no qual as doses de adubação orgânica aplicadas no sulco de plantio proporcionaram diferença estatística apenas nas avaliações iniciais, quando o número de folhas emitidas pelas plantas foi maior nos tratamentos que receberam níveis mais elevados de adubação orgânica.

Aos dez meses houve efeito quadrático ($P < 0,01$) do nível crescente de esterco bovino sobre a altura das plantas, em que o menor valor foi observado para o nível 0 t/ha de esterco bovino e os maiores valores para os níveis de 9 e 18 t/ha, enquanto os níveis de 4,5 e 13 t/ha apresentaram valores intermediários, não diferindo entre si e dos demais (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos dez meses e produtividade aos 12 meses, em função da adubação orgânica com esterco bovino

Item	Esterco Bovino (t/ha)					EP	Signif.	ER
	0,00	4,50	9,00	13,50	18,00			
Plantas/m linear	7,55	7,53	8,15	9,13	8,03	0,44	0,103	
Altura da planta, cm	108,00b	124,00ab	137,00a	125,00ab	141,00a	4,38	0,001	1
Diâmetro do colmo, mm	28,30	28,90	28,40	28,20	27,20	0,88	0,230	
Largura da folha, mm	47,80	50,10	51,50	50,30	50,40	2,51	0,240	
Comprimento da folha, cm	116,00	121,00	123,00	124,00	120,00	3,30	0,200	
Número de folhas/planta	6,69	6,81	6,56	6,50	6,56	0,20	0,235	
Produtividade de MV, t/ha	57,70b	50,80b	75,50ab	83,30ab	114,70a	11,60	0,013	2

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; EP = erro padrão da média; Signif. = significância pelo teste F; ER = equação de regressão: ¹ $110,00 + 3,18X - 0,0947X^2$, $R^2 = 0,74$; ² $47,10 + 3,26X$, $r^2 = 0,39$; e MV = massa verde.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do nível crescente de esterco bovino sobre o número de plantas, diâmetro do colmo, largura e comprimento da maior folha e número de folhas/planta (Tabela 3), concordando com Freitas *et al.* (2012), que observaram

diferença estatística apenas nas avaliações iniciais da adubação orgânica sobre a cultura de sorgo.

Houve efeito linear ($P < 0,05$) positivo do nível crescente de esterco bovino sobre a produtividade de massa verde aos 12 meses, em t/ha, sendo que o maior valor foi observado para o nível de 18 t/ha de esterco bovino e os menores valores para os níveis de 0 e 4,5 t/ha, enquanto os níveis de 9 e 13,5 t/ha apresentaram valores intermediários, não diferindo entre si e entre os demais níveis (Tabela 3).

Neste estudo houve aumento de 98,8% de produtividade de massa verde de cana-de-açúcar com uso de 18 t/ha de esterco bovino em comparação ao tratamento-testemunha, mostrando que o esterco bovino foi utilizado de forma eficiente na produção de cana. Parente *et al.* (2012) obtiveram aumento de 38,4% de produtividade de massa verde de capim-elefante adubado com 20 t/ha de esterco bovino em relação ao tratamento-testemunha.

Segundo Doorembos e Kassam (1994), o rendimento de cana-de-açúcar no sequeiro, nos trópicos úmidos varia entre 70 e 100 t/ha e, nos subtropicos secos, com irrigação, entre 100 e 150 t/ha. Neste experimento, o nível de produtividade, como os do sequeiro, foi obtido com 9 a 18 t/ha de esterco bovino.

Por sua vez, Gava *et al.* (2011) obtiveram média de produtividade de colmos, de três genótipos de cana, de 132 t/ha para o manejo irrigado por gotejamento e de 106 t/ha para o manejo de sequeiro, no primeiro ciclo produtivo. Neste experimento, o nível de produtividade, como estes, foi obtido somente com 18 t/ha de esterco bovino, sem irrigação. Segundo Oliveira *et al.* (2007), não é provável obter produtividade acima de 150 t, quando o P extraído com resina for menor que 6 mg/dm^3 , como foi o caso deste experimento (Tabela 1).

A composição química da cana-de-açúcar aos 12 meses, em função da adubação orgânica com esterco bovino no plantio, é apresentada na Tabela 4. Não foi observada mudança de composição em função dos diferentes níveis de adubação, com valor de coeficiente de variação menor que 10%, exceto para extrato etéreo e cinzas, em virtude dos baixos teores e da maior variabilidade normalmente observada com estas análises.

Os teores médios de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), obtidos no presente estudo aos 365 dias, foram de 31,2 e 46%, respectivamente (Tabela 4). Azevedo *et al.* (2003) observaram para cana-de-açúcar variedade RB 867515, aos 426 e 549 dias, valores de 27,1 e 30,6% de MS e 50,1 e 47,8% de FDN, respectivamente. Os valores médios obtidos no presente estudo para MS e FDN, aos 365

dias, foram próximos aos relatados pelos referidos autores, mostrando que a composição da cana varia pouco após o ponto ideal ou apropriado para o corte.

Tabela 4 – Composição da cana-de-açúcar aos 12 meses, em função da adubação orgânica com esterco bovino

Esterco Bovino (t/ha)	%MS	%FDNcp na MS	%CNF na MS	%PB na MS	%EE na MS	%Cz na MS	°Brix
0,00	30,50	43,60	50,40	1,98	1,23	2,74	19,00
4,50	32,80	48,10	46,80	2,13	0,72	2,25	18,00
9,00	31,60	49,30	45,90	1,76	0,83	2,21	18,00
13,50	30,00	44,20	50,20	1,92	1,01	2,72	18,00
18,00	30,90	44,60	50,90	1,74	0,61	2,19	22,00
Média	31,20	46,00	48,80	1,90	0,88	2,42	19,00
DP	1,10	2,60	2,30	0,16	0,24	0,28	1,20
CV	3,50	5,60	4,70	8,50	27,70	11,70	6,30

MS = matéria seca; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; Cz = cinzas; DP = desvio padrão; e CV = coeficiente de variação (%).

Há possibilidade de avaliação da maturidade da cana-de-açúcar em relação à quantidade de açúcares presente no colmo. O modo para obter essa estimativa é por meio da leitura do valor de graus Brix que o colmo exhibe. O valor igual ou superior a 18 °Brix é o recomendado para o corte da cana. Esse valor relaciona-se linearmente com a digestibilidade da matéria seca da planta inteira, ou seja, um colmo de cana com valor de 18 °Brix indica que a planta inteira da cana possui digestibilidade da matéria seca de 58%.

O valor da digestibilidade da matéria seca é muito próximo ao NDT da cana-de-açúcar. Uma regra simples que se tem em mãos é que o valor de Brix que o colmo apresenta, somado de 40 unidades, caracteriza a aproximação do valor de NDT da cana-de-açúcar. Assim, a leitura do Brix pode auxiliar os produtores tanto na colheita do talhão de cana, no momento em que a planta apresenta valor nutritivo adequado, como também na formulação de rações, em virtude da correlação entre Brix e NDT (AMARAL; BERNARDES, 2011).

O grau Brix obtido no presente estudo foi igual ou superior a 18 °Brix em todos os tratamentos (Tabela 4). Portanto, a cana-de-açúcar de todos os tratamentos estavam dentro do mínimo de 18 °Brix, atingindo o valor nutritivo adequado para o corte da cana, com vistas ao uso na alimentação animal.

4. Conclusões

O esterco bovino melhorou diversos parâmetros de crescimento da cultura de cana-de-açúcar aos quatro meses, sendo mais evidentes a altura da planta e o diâmetro do colmo, que aumentaram de forma linear.

O esterco bovino aumentou a produtividade de massa verde da cana-de-açúcar de forma linear aos 12 meses após o plantio. Portanto, pode-se usar até 18 t/ha de esterco bovino para maximizar o desempenho da cultura.

As leituras de graus Brix da cana-de-açúcar aos 12 meses após o plantio apresentaram-se iguais ou acima do limite mínimo de 18 °Brix, atingindo o valor nutritivo adequado para corte com vistas ao uso na alimentação animal.

5. Literatura citada

AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F. **Como definir o ponto de colheita do da cana-de-açúcar**. BeefPoint, 2011. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/conservacao-de-forragens/como-definir-o-ponto-de-colheita-da-cana-de-acucar-67828/>>. Acesso em: 5 maio 2015.

ANDRADE, L. A. B. **Cultura da cana-de-açúcar**. In: PRODUÇÃO ARTESANAL DE AGUARDENTE. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1998. p. 1-30.

ANJOS, I. A.; ANDRADE, L. A. B.; GARCIA, J. C. *et al.* Efeito da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana de açúcar (cana-planta). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 1, p. 59-63, jan./fev. 2007.

AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, P. C. S. *et al.* Composição química bromatológica, fracionamento de carboidratos e degradação in vitro da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S.; CAMARGO, O. A. *et al.* Peletização de lodo de esgoto e adição de CaCO₃ na produção de matéria seca e absorção de Zn, Cu e Ni pelo milho em três Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 685-691, 1997.

BLAISE, D.; SINGH, J. V.; BONDE, A. N. *et al.* Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). **Bioresource Technology**, v. 96, p. 345-349, 2005.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214 p.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande, PB: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO, Irrigação e drenagem, 33).

FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A. *et al.* Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 1, p. 61-67, 2012.

GARCIA, J. C. **Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola e de aguardente teórica de cana-de-açúcar (*saccharum spp*)**. 2005. 82 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.

GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A.; SILVA, R. C. *et al.* Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 250-255, 2011.

GUIMARÃES, G.; LANA, R. P.; SOUZA, M. R. M. *et al.* Recomendação de fertilizantes com base na lei do retorno decrescente. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 53-59, julho, 2011.

HOLANDA, J. S. **Esterco de curral: Composição, preservação e adubação**. Natal, RN: EMPARN, 1990. 69 p. (Documentos, 17)

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (MAPA). **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 12 maio 2015.

MARGARIDO, L. A. C.; RUAS, D. G. G.; LAVORENTI, N. A. *et al.* Produção orgânica de cana-de-açúcar, açúcar mascavo, melação e rapadura: uma experiência. **Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 4, p. 39-43, nov./dez. 2005.

MATSUOKA, S.; MARGARIDO, L. A. C.; LAVORENTI, N. A. *et al.* Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em um sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: [s.n.], 2002. p. 301-308.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R. *et al.* Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 239, p. 30-43, jul./ago. 2007.

PAIVA, J. A. J.; MOEIRA, H. A.; CRUZ, G. M. *et al.* Cana-de-açúcar associada à ureia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 2, p. 145-154, 1991.

PARENTE, H. N.; BANDEIRA, J. R.; RODRIGUES, R. C. *et al.* Crescimento e valor nutritivo do capim-elefante submetido à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 132-141, dezembro, 2012.

- PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.
- QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHIMIDT, P. *et al.* Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 358-365, 2008.
- RYAN, B. F.; JOINER, B. L. **Minitab handbook**. 3. ed. Belmont: Duxbury Press, 1994. 448 p.
- SALAZAR, F. J.; CHADWICK, D.; PAIN, B. F. *et al.* Nitrogen budgets for three cropping systems fertilized with cattle manure. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 235-245, 2005.
- SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S. *et al.* Efeito do lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 5, p. 831-840, maio 2001.
- SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P.; MORETTI, M. H. *et al.* Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p.991-1008, out./dez. 2012.
- TORRES, R. A.; RESENDE, H. **Instrução técnica para o produtor de leite**. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/pastprod/alimentacao.php>>. Acesso em: 20 jan. 2014.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG: UFV, 1997.

4. CONCLUSÃO GERAL

Aos quatro meses após o plantio da cana-de-açúcar, o uso de cama de frango no nível de 6 t/ha de aumenta em 39% o número de plantas emergidas em relação ao tratamento-controle. O esterco bovino melhora diversos parâmetros de crescimento da cultura sendo mais evidentes a altura da planta e diâmetro do colmo, que aumentam de forma linear.

A produtividade de massa verde de cana-de-açúcar aos 12 meses após o plantio aumenta de forma linear com o aumento do nível de cama de frango e esterco bovino. Portanto, pode-se usar até 12 t/ha de cama de frango e 18 t/ha de esterco bovino para maximizar o desempenho da cultura.

O acúmulo de açúcar solúvel, representado pelo grau Brix, obtido no presente estudo para cana-de-açúcar aos 12 meses após o plantio, geralmente se apresenta acima de 18 unidades, sendo adequado quanto ao aspecto nutricional, com vistas ao uso na alimentação animal.