

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO – UNIFENAS
MARCELO EDUARDO BÓCOLI

**BIOFERTILIZANTE DE DEJETOS DE SUÍNOS NA FERTILIDADE DO SOLO E
NA PRODUTIVIDADE DE MILHO**

Alfenas - MG

2014

MARCELO EDUARDO BÓCOLI

**BIOFERTILIZANTE DE DEJETOS DE SUÍNOS NA
FERTILIDADE DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DE
MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade José do Rosário Vellano, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Montovani.

Alfenas - MG
2014

Bócoli, Marcelo Eduardo
Biofertilizante de dejetos de suínos na fertilidade do solo e na
produtividade de milho/.—Marcelo Eduardo Bócoli.—2014.
46 f.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Mantovani

Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação
em Sistemas de Produção na Agropecuária -Universidade
José do Rosário Vellano, Alfenas, 2014.

1. *Zea Mays* L. 2. Efluente 3. Adubação orgânica 4. Nutrientes
I. Título

CDU : 631.86:633.15(043)

Certificado de Aprovação

TÍTULO: "BIOFERTILIZANTE DE DEJETOS DE SUÍNOS NA DE FERTILIDADE DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DE MILHO"

AUTOR: Marcelo Eduardo Bócoli

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Ricardo Mantovani

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de **Mestre Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária** pela Comissão Examinadora.



Prof. Dr. José Ricardo Mantovani



Prof. Dr. Marcelo Bregagnoli



Prof. Dr. José Messias Miranda

Alfenas, 25 de fevereiro de 2014.



Prof. Dr. José Messias Miranda
Coordenador do Mestrado Profissional
Sistemas de Produção na Agropecuária

À minha esposa Ana Cristina;
aos meus pais, Ademar Bócoli e Ivonilda Piconez Bócoli;
aos meus filhos Enrico, Fredericco e Giovanni;
aos meus tios e tias;
ao meu amigo, Alberto Donizete Alves,
dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus pais, pelo exemplo e pela educação a mim dada. Sem dúvida, eles são responsáveis pela minha orientação na vida.

À minha esposa, Ana Cristina, pelo companheirismo, compreensão, apoio e imensurável auxílio nesta etapa em que passamos.

Ao meu orientador, professor José Ricardo Mantovani, pela confiança em mim depositada nestes quase dois anos, indicando-me caminhos.

À UNIFENAS, através do Curso de Pós-graduação, pela grande oportunidade a mim concedida.

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Sul de Minas Gerais – Câmpus Muzambinho, minha casa de trabalho, pelo incondicional apoio.

Ao professor Paulo Sérgio de Souza, pelo incentivo.

Ao acadêmico de Engenharia Agrônômica Lucas Eduardo Oliveira Aparecido, pela valiosa ajuda e a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Materiais orgânicos submetidos a um processo de digestão anaeróbia, por meio de um biodigestor, produzem biogás e biofertilizante, que podem ser utilizados na agricultura como fonte de nutrientes. Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito de biofertilizante de dejetos de suínos em atributos químicos do solo, na produtividade e no teor de nutrientes nas folhas e nos grãos de milho. O experimento foi realizado em condições de campo, no IFSULDEMINAS – Câmpus Muzambinho – MG. Empregou-se delineamento experimental em blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Os tratamentos foram compostos por doses de biofertilizante de dejetos de suínos em doses equivalentes a 0; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 m³ ha⁻¹, aplicadas de uma única vez, 17 dias após a semeadura do milho. Aos 33 dias após a aplicação do biofertilizante foram coletadas, em cada parcela, amostras de solo nas camadas de 0-10; 10-20 e 20-40 cm de profundidade. A colheita foi realizada 129 dias após a semeadura do milho, tendo-se avaliado na área útil das parcelas a produtividade de grãos, os componentes de produção (número de grãos por espiga; peso de 1.000 grãos; tamanho e diâmetro das espigas) e os teores de nutrientes nos grãos de milho. A aplicação de até 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos de suínos em solo com boas condições físicas e químicas de fertilidade não alterou os atributos químicos do solo e a produtividade de milho. O uso de biofertilizante de dejetos de suínos não afetou os teores de macronutrientes e de micronutrientes nas folhas e nos grãos de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., efluente, adubação orgânica, nutrientes

ABSTRACT

Organic materials submitted to a process of anaerobic digestion, using a digester, produce biogas and biofertilizer which can be used in agriculture as a source of nutrients. The objective of this study was to evaluate the effect of biofertilizers swine manure in soil chemical properties, yield and nutrient content in leaves and grain of corn. The experiment was conducted under field conditions in IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho - MG. Employed an experimental design of randomized blocks with 7 treatments and 4 replications, totaling 28 plots. The treatments consisted of biofertilizer doses of swine manure equivalent to doses 0, 40, 80, 120, 160, 200 and 240 m³ ha⁻¹, applied once, 17 days after maize sowing. At 33 days after the application of biofertilizers were collected in each plot soil samples at 0-10, 10-20 and 20-40 cm depth. Harvest was performed 129 days after sowing of maize, having assessed the usable area of the plots grain yield, yield components (number of grains per ear, 1000 grain weight, size and diameter of the ears) and nutrient concentration in corn grain. The application of up to 240 m³ ha⁻¹ of biofertilizers swine manure in soil with good fertility conditions did not alter the chemical soil properties and corn yield. The use of biofertilizers swine manure did not affect the levels of macronutrients and micronutrients in leaves and grains of corn.

Keywords: *Zea mays* L., effluent, organic fertilizer, nutrients

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Variação mensal da temperatura do ar e das precipitações de novembro de 2012 a abril de 2013. Muzambinho(MG). 19
- Figura 2. Teores de P disponível, extraídos por Mehlich, na camada de 0 a 10 cm do solo em função de doses de biofertilizante de dejetos de suínos..... 27
- Figura 3. Teores foliares de B em milho em função de doses de biofertilizante de dejetos de suínos 35
- Figura 4. Teores foliares de Cu em milho em função de doses de biofertilizante de dejetos de suínos 36
- Figura 5. Diâmetro de espigas do milho em função de doses do biofertilizante de dejetos de suínos 39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do solo utilizado no experimento.	20
Tabela 2 - Composição química, base seca e física do biofertilizante de dejetos de suíno	21
Tabela 3 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de P e K do solo. Muzambinho (MG), 2013.	24
Tabela 4 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de Ca e Mg do solo. Muzambinho (MG), 2013	25
Tabela 5 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de S-SO ₄ ²⁻ do solo. Muzambinho (MG), 2013.	26
Tabela 6 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos no pH, em H ₂ O, e na acidez potencial (H+Al) do solo. Muzambinho (MG), 2013.	29
Tabela 7 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de matéria orgânica e de Zn do solo. Muzambinho (MG), 2013	30
Tabela 8 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de Fe e Mn do solo. Muzambinho (MG), 2013.	31
Tabela 9 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de Cu e B do solo. Muzambinho (MG), 2013.	32

Tabela 10 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores foliares de macronutrientes em milho. Muzambinho (MG), 2013	33
Tabela 11 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores foliares de S e de micronutrientes em milho. Muzambinho (MG), 2013.	34
Tabela 12 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos na produtividade de grãos e em componentes de produção do milho. Muzambinho (MG), 2013.	38
Tabela 13 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos em componentes de desenvolvimento e de produção do milho. Muzambinho (MG), 2013.	38
Tabela 14 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de macronutrientes nos grãos de milho. Muzambinho (MG), 2013.	40
Tabela 15 - Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de S e de micronutrientes dos grãos de milho. Muzambinho (MG), 2013.	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEORICO	13
2.1 O Cultivo do Milho	13
2.2 A Suinocultura Brasileira.....	14
2.3 Uso de dejetos de suínos e de biofertilizantes em culturas.....	15
2.4 Uso de biofertilizantes na cultura do milho	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	19
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	20
3.3 Adubação de cobertura e tratos culturais.....	21
3.4 Avaliações realizadas e colheita.....	21
3.5 Análises estatísticas	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos na fertilidade do solo.....	24
4.2 Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores foliares de nutrientes do milho	33
4.3 Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos na produtividade e em componentes de produção do milho.....	36
4.4 Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de nutrientes dos grãos de milho.	39
5 CONCLUSÕES	41
REFERENCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é oriundo da América do Norte e cultivado em todo o Brasil. Pertence à família Poaceae e é uma planta de extrema importância econômica, sendo utilizada principalmente na alimentação humana e animal (SOUZA et al., 2013).

Segundo a CONAB (2012) o milho é um dos cereais mais cultivados no Brasil, apresentando uma área em torno de 15,12 milhões de hectares, sendo que sua produção é de aproximadamente 67,8 milhões de toneladas de grãos, correspondendo a uma produtividade média de 4,48 t ha⁻¹. Alguns autores como Meira et al. (2009) ainda consideram esta produtividade média relativamente baixa, destacando que as causas são o manejo incorreto da adubação. O milho apresenta grande potencial produtivo e, por isso, possui alta extração de nutrientes do solo. Portanto, a adubação é um fator importante na quantidade e qualidade da produção da cultura (ARAÚJO et al., 2004).

Qualquer material orgânico submetido a um processo de digestão anaeróbia, por meio de um biodigestor, produz biogás, que é útil como combustível, e efluente mais estabilizado química e microbiologicamente, denominado de biofertilizante (VILLELA Jr. et al., 2003; SILVA et al., 2012). Os efluentes de biodigestor ou biofertilizantes possuem nutrientes como N, P e micronutrientes e matéria orgânica em sua composição e podem ser utilizados na agricultura como fertilizantes e condicionadores do solo (SILVA et al., 2012). De acordo com Vilella Jr. et al. (2003), os biofertilizantes possuem nutrientes mais facilmente acessíveis às plantas, quando comparados ao material orgânico antes do processo de digestão. No Brasil, estudos envolvendo o uso de biodigestores têm sido utilizados em duas principais vertentes: tratamento de efluentes e uso energético do biogás. Existe uma terceira vertente importante relacionada ao uso do efluente para melhorar a fertilidade de solo e, com isso, aumentar a sustentabilidade do sistema produtivo (SILVA et al., 2012).

Em relação aos biofertilizantes oriundos de dejetos de animais, uma das vantagens está na oferta de matéria prima. Considerando esse aspecto, a suinocultura vem aumentando anualmente a sua importância no agronegócio brasileiro (SEIDEL et al., 2010). Nessa atividade, há envolvimento direto de mais de 730 mil profissionais e renda para 2,7 milhões de pessoas, além de ter grande potencial de produção de efluentes que podem ser reutilizados na agricultura (SCHERER et al., 2007).

O Brasil possui aproximadamente 38 milhões de cabeças de suínos, a grande maioria em confinamento. Para fins de comparação, um suíno defeca, em média, quantidade equivalente aos dejetos de 5 pessoas. Portanto, um confinamento de 1.000 animais gera

resíduos equivalentes ao de uma cidade pequena, de forma bastante concentrada (SILVA et al., 2012). Segundo Bezerra et al. (2008a) a utilização de dejetos de suínos na forma de biofertilizantes está surgindo como alternativa para o agronegócio brasileiro, principalmente para os pequenos produtores rurais, e pode gerar redução de custos com adubação mineral.

Na suinocultura do IFSULDEMINAS – Câmpus Muzambinho, há biodigestores que produzem biogás e também biofertilizante. Esse biofertilizante de dejetos de suínos não estava sendo utilizado de forma adequada, pelo desconhecimento de suas características e de possíveis alterações nos atributos químicos do solo que poderiam ocorrer com seu uso, o que motivou a realização do presente trabalho. Havia também necessidade de definição de doses a serem utilizadas na cultura do milho, que é a principal cultura anual cultivada no IFSULDEMINAS – Câmpus Muzambinho.

Objetivou-se, por meio do presente trabalho, avaliar o efeito de biofertilizante de dejetos de suínos em atributos químicos do solo, na produtividade e no teor de nutrientes nas folhas e nos grãos de milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Cultivo do Milho

O milho é um dos cereais mais cultivados em todo território brasileiro (SOUZA et al., 2012), sendo uma das mais eficientes plantas da natureza em relação ao armazenamento de energia (BEZERRA et al., 2008a). Acredita-se que sua origem é americana, de um material conhecido como Teosinte, uma gramínea com várias espigas sem sabugo que pode cruzar naturalmente com o milho e gerar descendentes férteis (GALINAT, 1995). O milho é cultivado desde os períodos pré-colombianos, entretanto, foram conhecidos pelos europeus somente após a sua chegada à América (SILVA, 2011).

O cultivo do milho apresenta alta importância econômica principalmente por apresentar inúmeras formas de utilização (SOUZA et al., 2013). O milho pode ser utilizado tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal, sendo na alimentação animal a sua maior representatividade, em torno de 70 %. Outra grande utilização do milho é na indústria de alta tecnologia e na produção de biocombustíveis (SOUZA et al., 2012). Todas essas utilizações são devido a sua composição química, que segundo Souza et al., (2013) é de 3% de açúcar e entre 60% e 70% de amido.

Segundo Santos (1992) a cultura do milho é um dos cultivos que apresenta um dos melhores desempenhos em relação à adubação orgânica, principalmente quando são empregados biofertilizantes oriundos dos esterco animais, compostos orgânicos e húmus de minhoca, tendo, ao final, um relativo aumento da produtividade e na CTC do solo.

Segundo Veloso et al. (2006) o milho necessita de 18 a 20 kg de N para produzir uma tonelada de grãos. As exigências em N dependem também dos estádios fisiológicos da planta, sendo maior a demanda de nitrogênio durante o crescimento vegetativo, de florescimento e de formação dos grãos (SOUZA et al., 2001).

A adubação nitrogenada é uma variável de impacto no custo de produção do milho. Por isso, a adubação orgânica, por apresentar baixos custos, pode ser vantajosa para pequenos e médios produtores em relação aos fertilizantes minerais (KIEHL, 1985). Assim, a utilização de fontes alternativas, como os biofertilizantes, que promovem a melhoria do estado nutricional das plantas e, aumentos de produção, pode ser uma alternativa viável para pequenos e médios agricultores.

2.2 A Suinocultura Brasileira

No cenário agropecuário brasileiro o setor suinícola tem grande relevância (KESSLER et al., 2011). A atividade da suinocultura é típica de pequenas propriedades no Brasil (CERETTA et al., 2005). A demanda de suínos tem aumentado, tanto internamente como externamente. Em consequência, também ocorre acréscimo da produção que, anualmente, vem se estabelecendo em novas regiões brasileiras. Entretanto, com o aumento da produção e do número de propriedades, cresce também a produção dos dejetos nas propriedades (SEIDEL et al., 2010).

A suinocultura se caracteriza como uma atividade que acarreta sérios problemas ambientais (ORRICO Jr, 2011). Os dejetos suinícolas consistem no resultado da mistura de urina, fezes, resíduo da higienização das baias, além de pelos de animais (GONÇALVES Jr, 2008).

Estima-se que, em condições normais, a quantidade de dejetos produzidos diariamente nas instalações de suínos seja de 100 L matriz⁻¹ dia⁻¹, sendo influenciada por vários fatores ligados ao manejo, padrão de desenvolvimento, formas e tipo de alimentação fornecida e quantidade total de água utilizada nas instalações. Dessa forma, um dos grandes problemas na criação de suínos é o apreciável volume de dejetos produzido, o destino dado a esse material e a sustentabilidade da sua produção. Pode-se avaliar também as consequências negativas do manejo e disposição inadequados deste resíduo, como a liberação direta em rios e riachos, com riscos sanitários e de poluição (TAKITANE; SOUZA, 2000).

O aumento da produção de dejetos de suínos é uma preocupação de diversos órgãos ambientais, uma vez que esses dejetos são aplicados diretamente no solo e podem proporcionar sérios impactos ambientais, como a salinização do solo que, ao final, causarão problemas, principalmente para os recursos hídricos. A preocupação em questão da poluição e do aumento das propriedades, ultimamente, tem entusiasmado pesquisadores e produtores, a buscar novas alternativas que, ao final, possibilitem a utilização dos resíduos de uma forma mais eficiente e menos poluidora do meio (QUEIROZ et al., 2004), uma vez que o descarte dos dejetos líquidos de suínos, nas regiões produtoras, é considerado um grave problema ambiental (BERWANGER et al., 2008).

Caracteriza-se como dejeito de suínos, o resíduo proveniente dos sistemas de confinamento (SILVA, 2009), esses dejetos quando descartados de maneira inadequada no ambiente, podem causar contaminação do solo e da água, visto que apresentam um alto teor energético com quantidades excessivas de nutrientes (AMARAL et al., 2004). De acordo com

Steinmetz et al. (2009) os dejetos da suinocultura apresentam um elevado potencial poluidor, pois efluentes possuem altas concentrações de nutrientes e matéria orgânica.

A poluição do meio ambiente na região produtora de suínos é alta, pois enquanto em um esgoto doméstico a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é em torno de 200 mg.L^{-1} , nos dejetos suínos a DBO oscila entre 30.000 e 52.000 mg.L^{-1} , ou seja, em torno de 260 vezes superior. Para fins de comparação, segundo Silva et al. (2012), um suíno defeca uma quantidade equivalente ao dejetos de 5 pessoas, e segundo Darolt, (2012) o suíno chega produzir cerca de 2,5 vezes mais dejetos do que um ser humano.

Uma forma alternativa de reutilizar esses dejetos é submetê-los ao processo de biodigestão anaeróbica, tendo em vista a produção de biogás e biofertilizantes (VILLELA Jr et al., 2003). Para Silva et al. (2012) a biodigestão anaeróbica é um processo biológico de transformação da matéria orgânica da estrutura complexa para a mais simples, sendo que esses digestores têm demonstrado consideráveis benefícios socioeconômicos em todo o mundo.

De acordo com Nascimento (2010), o biofertilizante originado dos biodigestores anaeróbicos é um efluente líquido que, após fermentação das bactérias pode alterar benéficamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Segundo Medeiros et al. (2007), é de grande facilidade a obtenção desses biofertilizantes, visto que geralmente são compostos orgânicos extraídos de excrementos de animais que são encontrados com facilidade no ambiente.

2.3 Uso de dejetos de suínos e de biofertilizantes em culturas

O uso da adubação orgânica é uma das práticas preconizadas pela agricultura (SILVA, 2009), trazendo benefícios para as culturas, principalmente com a utilização de biofertilizantes de bovinos e/ou de suínos, que promovem aumento da produtividade e melhoria na qualidade dos produtos (BORGES et al., 2002). Segundo Silva et al. (2012) os biofertilizantes aumentam a sustentabilidade dos cultivos, apresentando características interessantes na fertilidade, com ênfase em nitrogênio e fósforo, além dos micronutrientes.

Em uma pesquisa realizada por Barnabé (2001), em relação à adubação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com as seguintes doses de dejetos de suínos, T1: 0, T2: adubação mineral, T3: $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, T4: $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, T5: $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, e ao final observou-se um incremento de 156% na produção de matéria seca.

Ceretta (2005) avaliou a aplicação de dejetos líquidos de suínos na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes nas plantas da rotação aveia preta – milho - nabo forrageiro. O autor empregou doses de 0; 20; 40 e 80 m³ ha⁻¹ do adubo orgânico antes da semeadura de cada espécie na rotação e constatou que a maior produtividade de grãos de milho e a maior produção de matéria seca de aveia preta ocorreram com a adição de doses muito altas de dejetos líquidos, em torno de 85 m³ ha⁻¹. Também verificou aumento linear nas quantidades acumuladas de N, P e K na parte aérea de aveia preta e nabo forrageiro com a aplicação de dejetos líquidos de suínos.

O emprego de fertirrigação utilizando dejetos de suínos em pastagens de capim tanzânia, mombaça e braquiário, em Goiás, proporcionou economia de fertilizante químico em torno de 85% (KOZEN, 2006).

Leite et al. (2009) avaliaram doses de 0; 40; 80; 120; 160 e 200 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos aplicadas de uma vez e um tratamento com adubação química convencional na cultura da cana-de-açúcar. Os autores constataram que o uso de dejetos líquidos de suínos proporcionou aumento na produtividade de colmos que variou de 46% a 96% em relação à testemunha e não comprometeu a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. Verificaram também que o tratamento que recebeu 40 m³ ha⁻¹ do adubo orgânico apresentou produtividade de colmo semelhante ao tratamento com adubação química; e os que receberam doses acima de 40 m³ ha⁻¹ apresentaram produtividade de colmos iguais entre si, e maiores que os demais tratamentos.

Nascimento (2010) verificou, na cultura do cafeeiro, que a aplicação de biofertilizante de suíno, em doses variando de 180 a 210 m³ ha⁻¹, propiciou aumentos em torno de 15% na produtividade, além da propriedade bioinseticidas, tendo em vista a redução da incidência do bicho mineiro.

Galbiatti et al. (2011) no cultivo do feijoeiro complementaram a adubação com o biofertilizante de bovino, nas doses de 100 m³ ha⁻¹, e ao final presenciaram resultados semelhantes entre as características analisadas, entretanto o melhor desenvolvimento foi a cultura em que se empregou o acréscimo do biofertilizante. Silva et al. (2012) utilizou, na cultura do inhame, o esterco bovino nas doses de 0; 6; 12; 18; 24 e 30 t há⁻¹, juntamente com a aplicação de biofertilizante na dose de 20% (20 L biofertilizante para 100 L de água), e observaram que a dose de 30 t ha⁻¹ de esterco mais a aplicação do biofertilizante, aplicada na folha, proporcionou uma produtividade comercial de 25 t ha⁻¹ de tubérculos de inhame.

Santos et al. (2012) utilizando biofertilizantes de suínos no cultivo de abóbora, constataram que a aplicação de 35 m³ ha⁻¹ proporcionou produtividade em torno de 7 t ha⁻¹.

Sediyama et al. (2009), utilizaram doses de 0; 6; 12; 24 e 48 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de suínos, em cultivo orgânico do quiabeiro, e observaram que a aplicação do biofertilizante proporcionou plantas com excelente estado nutricional, sendo que a maior produtividade (31,23 t ha⁻¹) foi obtida com a maior dose do biofertilizante.

Chiconato et al. (2013) aplicando biofertilizante bovino nas doses de 10, 20, 40 e 60 m³ ha⁻¹ no cultivo de alface em ambiente protegido, constataram que nas variáveis massa fresca e massa seca, a dose de biofertilizante 60 m³ ha⁻¹ apresentou melhores resultados em relação à adubação mineral.

2.4 Uso de biofertilizantes na cultura do milho

Os benefícios da utilização da adubação orgânica para o cultivo do milho têm sido relatados principalmente na aplicação de biofertilizantes de origem suína e bovina que, conseqüentemente, promovem incremento na produtividade e na qualidade dos grãos produzidos.

Freitas et al. (2004) utilizaram junto às laminas de irrigação o biofertilizante de dejetos de suínos, nas doses de 0,5, 1, 1,5 e 2 % da evapotranspiração local, e ao final constataram um aumento significativo na altura de plantas, no índice de espigas, na altura das espigas e no peso das espigas com as aplicações do biofertilizante de suínos. Albuquerque Neto et al. (2008) avaliando a disponibilidade de nutrientes em solução nutritiva de biofertilizante no cultivo do milho, verificaram que a solução não disponibilizou N, P, K, Ca, Mg e S em quantidades necessárias para suprir as demandas das plantas.

Bezerra et al. (2008a) avaliaram os efeitos de concentração e os intervalos de aplicação de biofertilizante bovinos no milho. Os autores constataram que aplicações de até 30 ml L⁻¹ (3%) de biofertilizante não afetaram as variáveis de crescimento e de produção do milho. Entretanto, concentrações acima desse valor proporcionaram maiores valores de diâmetro transversal da espiga, peso verde da raiz e peso seco da parte aérea das plantas de milho.

Bezerra et al. (2008b) produzindo forragem hidropônica de milho, e utilizando sete concentrações de biofertilizante de bovino (C1 = 0 ml L⁻¹; C2 = 3 ml L⁻¹; C3 = 6 ml L⁻¹; C4 = 9 ml L⁻¹; C5 = 12 ml L⁻¹; C6 = 15 ml L⁻¹ e C7 = 18 ml L⁻¹ de água) verificaram que o biofertilizante reduziu a quantidade de matéria seca, e que a concentração de 10,7 ml L⁻¹ proporcionou maior produção de forragem (37,3 kg).

Melo et al. (2009), avaliando a aplicação de biofertilizante de animais na produtividade e na composição bromatológica de forragem de milho, observaram diminuição de 10,8% na produção de forragem, e de 32,5% no teor de cinzas com a aplicação de dose de 3,6% (3,6 L biofertilizante em 100 L água) de biofertilizante.

Seidel et al. (2010) avaliando a produtividade e a absorção de nutrientes no cultivo do milho em função de doses de dejetos de suínos, correspondentes à 20, 30, 40 e 50 m³ ha⁻¹ e adubos minerais, constataram que a adubação química não foi superior à adubação orgânica com dejetos de suínos, indicando que a utilização deste tipo de adubo orgânico é uma alternativa para o destino dos efluentes.

Silva et al. (2011) avaliaram o comportamento vegetativo e fisiológico do milho submetido ao manejo orgânico, utilizando quatro diferentes tipos de biofertilizantes (B1 = sem esterco bovino, B2 = com esterco bovino, B3 = sem soro e B4 = com soro) em várias doses (D1= 0, D2= 40, D3= 80, D4= 120, D5= 160, D6= 200, D7= 240 e D8= 280 ml/planta) e, no final, constataram que o crescimento do milho foi mais afetado pelos tipos de biofertilizantes do que pelas as doses dos biofertilizantes.

Lima et al. (2012) em experimento com milho verificaram que a aplicação de biofertilizante de bovinos nas concentrações 1:1 (D1=50% bio + 50% água), 2:1 (D2=33,33% bio + 66,67 água), 4:1 (D3=20% bio + 80% água), 8:1 (D4=16,66% bio + 83,34% água) e um tratamento testemunha (D0= sem biofertilizante) favoreceu a produção de matéria seca de folhas, colmo e parte aérea das plantas, e que a melhor dose empregada foi a que apresentou 50% de biofertilizante e 50% de água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de culturas anuais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Muzambinho – MG no período de novembro de 2012 a abril de 2013.

O município de Muzambinho pertence à região sul do Estado de Minas Gerais. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen é o Cwb, é tropical de altitude (SÁ JÚNIOR et al., 2012) com temperaturas médias anuais variando em torno de 18°C e precipitação média anual de 1.605 mm.

A uma distância de 300 metros do experimento se encontra uma estação meteorológica automatizada, do tipo “Davis Vantage Pro 2”, delimitada pelas coordenadas geográficas de Latitude: 21° 18’ 00” S e Longitude 46° 30’ 00” W, com 1033 metros de altitude média. Os dados de precipitação e temperatura, observados durante a condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.

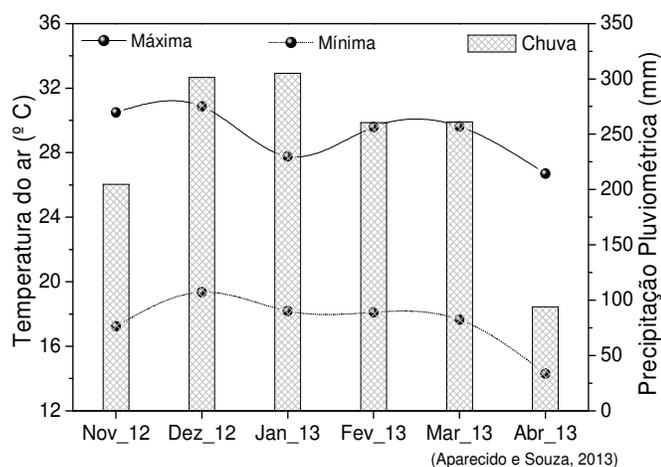


Figura 1. Variação mensal da temperatura do ar e das precipitações de novembro de 2012 a abril de 2013. Muzambinho(MG).

Para a implantação do experimento foram realizadas duas subsolagens (um mês antes da semeadura), uma gradagem com grade pesada (uma semana antes da semeadura) e duas gradagens com grade leve (na véspera da semeadura) objetivando quebrar os torrões maiores e nivelar a área.

O solo da área experimental, classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006), textura argilosa, foi amostrado nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a

40 cm, para a caracterização química de rotina inicial do solo (Tabela 1), conforme procedimento descrito por Silva (1999).

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento.

Prof. cm	P Mehlich mg dm ⁻³	pH H ₂ O	K mg dm ⁻³	Ca -----	Mg cmol _c dm ⁻³ ----	H+Al -----	M.O dag kg ⁻¹	V %	CTC cmol _c dm ⁻³
0 a 20	38,9	6,1	168	3,6	1,3	2,0	2,6	72,5	7,3
20 a 40	11,1	6,1	109	2,7	0,9	1,9	1,3	67,2	5,9

Como a saturação por bases (V%) inicial da camada superficial do solo (0 a 20 cm) estava acima da considerada adequada para a cultura, que é 60% (ALVES et al., 1999), não foi realizada calagem para a correção do solo.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Empregou-se delineamento experimental em blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Os tratamentos foram compostos por doses de biofertilizante de dejetos de suínos, correspondentes a 0; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 m³ ha⁻¹.

A semeadura do milho foi efetuada em 19 de novembro de 2012, com espaçamento nas entrelinhas de 0,6 m e 7,7 sementes por metro linear, empregando-se semeadora mecanizada. Utilizou-se o híbrido transgênico Superis Viptera (AVICTA Completo - SYN7B28 Viptera) pertencente à Empresa Agrisure Syngenta. Esse híbrido apresenta um evento inseticida, popularmente conhecido como milho Bt (*Bacillus thuringiensis*). A adubação de semeadura foi realizada segundo Alves et al. (1999), em função dos resultados da análise inicial do solo e da expectativa de produtividade da cultura. Para tanto, aplicou-se no sulco de plantio de todas as parcelas 30 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se como fonte a ureia (45% N) e o superfosfato simples (18% P₂O₅) em grânulos.

Cada parcela possuía 5,0 metros de comprimento e 3,0 metros de largura, com cinco linhas de plantas, totalizando 15 m² de área total. A área útil de cada parcela foi formada pelos 3,0 m centrais das 3 linhas centrais, totalizando 5,4 m².

A emergência das plântulas ocorreu dia 27 de novembro de 2012 (8 dias após a semeadura), e o desbaste foi realizado 16 dias após a semeadura, permanecendo 4,0 plantas por metro linear, o que correspondeu a uma população de 66.667 plantas por hectare e 100 plantas por parcela.

O biofertilizante de dejetos de suínos empregado no experimento foi obtido nos biodigestores instalados no Departamento de Suinocultura do Instituto Federal do Câmpus

Muzambinho. O teor de umidade, e a composição química desse adubo orgânico, na base seca, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química, na base seca e física do biofertilizante de dejetos de suíno.

Umidade	pH	N	P	K	Ca	Mg	S
%		g kg ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----				
99,84	8,06	19,6	23,6	159,1	27,7	12,2	11,4
Densidade	C org.	C/N	Fe	Cu	Zn	Mn	B
kg L ⁻¹	g kg ⁻¹		----- mg kg ⁻¹ -----				
1,01	106,8	5,45	303	30	177	110	235

As doses de biofertilizante foram aplicadas na superfície do solo de maneira uniforme, de uma única vez, de forma manual, por meio de regador com capacidade para 10L, aos 17 dias após a semeadura. Devido ao alto teor de água no biofertilizante (99,84 % de umidade), após a sua aplicação, foi feita complementação com água, por meio de regador, em quantidade suficiente para garantir o mesmo volume de líquido (biofertilizante + água) em todas as parcelas.

3.3 Adubação de cobertura e tratos culturais

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no dia 12 de dezembro de 2012 (23 dias após a semeadura), de maneira manual em todas as parcelas, de acordo com Alves et al. (1999), sendo empregados 90 kg ha⁻¹ de N, como sulfato de amônio (21% de N).

Durante a condução do experimento não foram realizadas irrigações, nem aplicação de inseticidas. Aos 22 dias após a semeadura foi realizado o controle de plantas daninhas, por meio de capina manual.

3.4 Avaliações realizadas e colheita

Aos 33 dias após a aplicação do biofertilizante, foram coletados amostras de solos nas profundidades de 0 a 10; 10 a 20; e de 20 a 40 cm, por meio de sonda, sendo coletadas na área útil de cada parcela 15 amostras simples que, ao final, originou uma amostra composta por profundidade por parcela. As amostras de solo coletadas foram encaminhadas ao laboratório para determinação de atributos químicos do solo (SILVA, 1999).

Aos 65 dias após a semeadura, quando cerca de 50% das plantas de milho estavam pendoadas, foi feita amostragem de folhas, tendo-se coletado o terço central da folha da base da espiga, de 25 plantas da área útil de cada parcela (CANTARELLA et al. 1996). As folhas

foram encaminhadas ao laboratório, secas em estufa de circulação forçada de ar a cerca de 60° C, moídas e submetidas às digestões sulfúrica e nítrico-perclórica, para determinação dos teores de N-total e dos demais nutrientes, conforme procedimento descrito em Carmo et al. (2000).

Aos 95 dias após a semeadura foram realizadas em 10 plantas da área útil de cada parcela, avaliações de altura das plantas, medidas com auxílio de régua graduada da superfície do solo até a base da folha bandeira; altura de inserção da espiga; e diâmetro do colmo, medido por meio de paquímetro digital, na altura de 20 cm acima da superfície do solo.

A colheita das espigas da área útil de cada parcela foi feita no dia 28 de março de 2013 (129 dias após a semeadura). As espigas foram despalhadas e debulhadas manualmente e os grãos foram pesados. Em seguida, os grãos foram amostrados para determinação da umidade, e correção da produtividade de grãos para 12,5%, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$PC = (100 - UI) / (100 - UC) * PI$$

Sendo: PC = peso corrigido (kg ha⁻¹) para 12,5% de umidade; UI = umidade inicial; UC = umidade corrigida e PI = peso inicial (kg ha⁻¹).

Também foram avaliados, em 12 espigas da área útil de cada parcela, o número de grãos por fileira e o número de fileiras de grãos por espiga e, através da multiplicação desses dois componentes de produção, obteve-se o número de grãos por espiga. Determinou-se ainda, o comprimento e o diâmetro da espiga e o diâmetro do sabugo, utilizando um paquímetro digital. Em seguida, determinou-se o peso de 1.000 grãos em cada parcela, por meio da contagem de 100 grãos, pesagem desses grãos, e multiplicação do resultado por 10.

Para a análise dos teores de nutrientes nos grãos, coletou-se, em cada parcela, amostras de cerca de 200 gramas de grãos, que foram trituradas em moinho do tipo “willey” e submetidas à análise dos teores de nutrientes, sendo realizado o mesmo procedimento das análises dos teores foliares de nutrientes (CARMO et al., 2000).

3.5 Análises estatísticas

Os resultados dos teores de nutrientes nas folhas e nos grãos, da produtividade de grãos e de componentes de produção em função de doses de biofertilizante foram submetidos à análise de variância, por meio do teste F. Nos casos em que o valor do teste F foi significativo foram realizados teste de comparação de médias (Tukey, ao nível de 5% de probabilidade) e análises de regressão polinomial. Por sua vez, os atributos de fertilidade do solo foram submetidos à análise em parcelas subdivididas, em que os tratamentos principais foram as doses do biofertilizante de dejetos de suínos e os tratamentos secundários nas

profundidades avaliadas. Para tanto, empregou-se o software estatístico computacional “SISVAR” (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos na fertilidade do solo

Houve efeito significativo da adubação orgânica com biofertilizante de dejetos de suínos nos teores P-Mehlich na camada de 0 a 10 cm do solo (Tabelas 3). Contudo, o biofertilizante de dejetos de suínos não influenciou os teores de K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e de $S-SO_4^{2-}$ das três camadas avaliadas, e os teores de P das camadas de 10-20 e de 20-40 cm de profundidade (Tabelas 3 a 5).

Tabela 3. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de P e K do solo. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizantes	P (mg dm ⁻³)			K (mg dm ⁻³)		
m ³ ha ⁻¹	Profundidade					
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm
0	14,1 ab	8,4	3,3	61,3	79,0	59,3
40	12,3 b	7,0	3,2	67,0	73,3	39,0
80	13,8 ab	7,7	3,3	70,3	64,3	51,3
120	15,4 ab	10,2	3,3	71,5	42,0	42,0
160	13,9 ab	7,9	4,1	67,3	42,0	41,8
200	14,0 ab	8,3	4,9	69,3	72,3	47,3
240	17,3 a	9,0	3,4	72,3	56,3	35,0
Teste F	2,250*	1,13NS	1,11 NS	0,13 NS	1,19 NS	0,66 NS
CV (%)	14,92	22,55	33,42	30,31	37,65	44,61
Profundidade						
0 - 10 cm	14,3 a			68,9 a		
10 - 20 cm	8,3 b			66,7 b		
20 - 40 cm	3,6 c			45,1 c		
Teste F	198,93*			10,38*		
CV (%)	22,91			35,57		

⁽¹⁾ NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferiram significativamente pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de Ca e Mg do solo. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizantes	Ca (cmol _c dm ⁻³)			Mg (cmol _c dm ⁻³)		
	Profundidade					
m ³ ha ⁻¹	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm
0	2,8	2,4	1,9	1,3	1,0	0,8
40	2,7	2,4	2,0	1,2	1,0	0,8
80	2,9	2,3	1,9	1,3	1,0	0,8
120	2,6	2,6	2,0	1,1	1,1	0,8
160	2,9	2,3	2,1	1,2	0,9	0,8
200	2,7	2,4	2,1	1,1	1,0	0,8
240	2,6	2,1	2,0	1,1	0,8	0,8
Teste F	0,79 NS	1,78 NS	1,71 NS	0,74 NS	1,98 NS	0,31 NS
CV (%)	8,30	10,47	6,92	1,18	11,49	9,27
Profundidade						
0 - 10 cm	2,7 a		1,2 a			
10 - 20 cm	2,4 b		1,0 b			
20 - 40 cm	2,0 c		0,8 c			
Teste F	74,53*			68,75*		
CV (%)	9,66			12,83		

⁽¹⁾ NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferiram significativamente pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de $S-SO_4^{2-}$ do solo. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizante m ³ ha ⁻¹	S-SO ₄ ²⁻ (mg dm ⁻³)		
	Profundidade		
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm
0	31,1	20,3	23,7
40	32,4	23,6	26,1
80	33,3	29,3	29,9
120	28,1	21,1	28,2
160	41,9	32,6	32,3
200	43,2	30,9	27,9
240	33,2	27,5	28,8
Teste F	1,95 NS	1,35 NS	1,42 NS
CV (%)	23,10	31,60	16,30
Profundidade			
0 - 10 cm	34,7 a		
10 - 20 cm	26,5 b		
20 - 40 cm	28,1 b		
Teste F	7,60 *		
CV (%)	28,14		

⁽¹⁾ NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferiram significativamente pelo teste de Tukey.

Na camada de 0-10 cm de profundidade, os teores médios de K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e de S-SO₄²⁻ foram, respectivamente, 69 mg dm⁻³; 2,7 cmol_c dm⁻³; 1,2 cmol_c dm⁻³; e, 35 mg dm⁻³ valores considerados médio, bom, bom e muito bom pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999). Na camada de 10-20 cm, os teores médios de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e de S-SO₄²⁻ foram, respectivamente, 8,3 mg dm⁻³; 61 mg dm⁻³; 2,4 cmol_c dm⁻³; 1,0 cmol_c dm⁻³; e, 26,5 mg dm⁻³ valores considerados médio, médio, bom, bom e muito bom (RIBEIRO et al., 1999).

Os teores de P disponível, extraídos por Mehlich, na camada de 0 a 10 cm de profundidade não se ajustaram aos modelos linear e quadrático de regressão polinomial. Nessa profundidade, os teores de P do solo dos tratamentos que receberam o biofertilizante não diferiram do tratamento testemunha (Figura 2). Verificou-se também, que o teor de P disponível do tratamento que recebeu 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante foi 1,4 vez maior do que o que recebeu 40 m³ ha⁻¹ desse efluente.

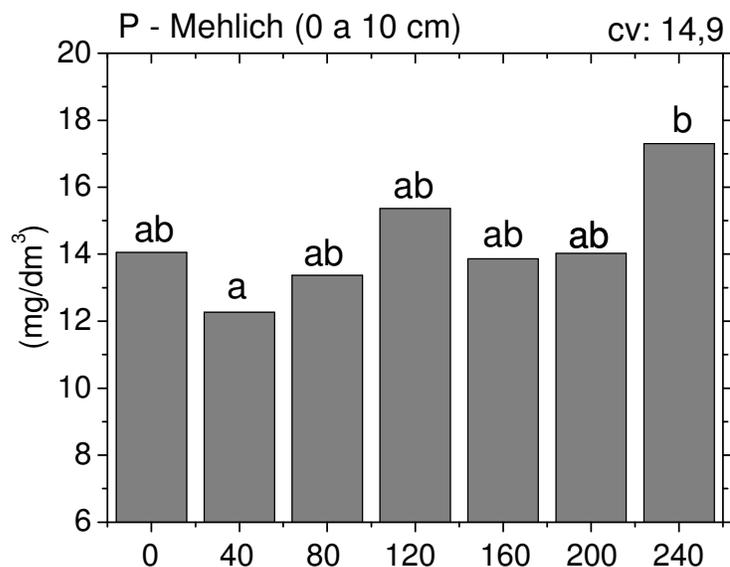


Figura 2. Teores de P disponível, extraídos por Mehlich, na camada de 0 a 10 cm do solo em função de doses de biofertilizante de dejetos de suínos.

A aplicação de até 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos de suínos não provocou alterações nos teores de macronutrientes do solo, devido ao alto teor de água (99,84% de umidade) e a baixa concentração de nutrientes desse efluente. A melhora nas condições de fertilidade do solo, que possibilitaria diminuição no uso de fertilizantes, possivelmente, só seria alcançada com aplicações sucessivas desse resíduo orgânico ao longo de certo tempo.

No presente experimento não houve a possibilidade de se empregar doses maiores do que 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante, em função da dificuldade de aplicação de doses mais elevadas, da possibilidade de escoamento superficial do efluente, que provocaria contaminação nas parcelas, e de possíveis perdas por lixiviação.

Silva et al. (2012), ao caracterizarem efluente de biodigestor, que utilizava como matéria prima dejetos de suínos, constataram diminuição expressiva da DBO, da DQO e de coliformes fecais, em relação ao material orgânico antes do processo de biodigestão anaeróbia. Constataram também que o nutriente presente em maior quantidade nesse efluente foi o N, e que o material também possuía quantidades significativas de K, Ca e Mg.

Berwanger et al. (2008), empregando dejetos líquidos de suínos em doses de até 80 m³ ha⁻¹ na cultura do milho, verificaram aumento no teor de P disponível do solo na camada de 0 a 15 cm de profundidade.

Bosco et al. (2008) constataram aumento nos teores de P, Ca e Mg do solo com aplicação durante oito anos consecutivos de água residuária de suinocultura, a uma taxa de 99

t ha⁻¹ por ano. Duarte et al. (2008) avaliaram o emprego de efluente doméstico tratado e água de abastecimento público em irrigação na cultura do pimentão e concluíram que o uso da água residuária não provocou alteração nos teores de P e K do solo. Cabral et al. (2011), empregando doses de até 750 m³ ha⁻¹ de água residuária de suinocultura em área ocupada por capim-elefante, constataram aumento nos teores de Mg²⁺ e de P-disponível do solo, e diminuição nos teores de K⁺ e Ca²⁺ do solo.

Como esperado, houve diferença significativa nos atributos de fertilidade do solo entre as profundidades avaliadas, sendo que os teores de macronutrientes P, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ e S-SO₄²⁻ foram, em todos os tratamentos, maiores na camada de 0 a 10 cm de profundidades e menores na camada de 20 a 40 cm (Tabelas 3 a 5).

A aplicação de biofertilizante de dejetos de suínos não alterou o pH e a acidez potencial do solo (H+Al) nas profundidades de 0-10; 10-20 e 20-40 cm (Tabela 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Caovilla et al. (2005) e Gomes et al. (2004), que não observaram variações nos valores de pH do solo com o emprego de água residuária de suinocultura. Smanhotto et al. (2010) constataram aumento no pH do solo com a aplicação de 300 m³ ha⁻¹ de água residuária de suinocultura, ao compararem esse tratamento com a testemunha e o que recebeu 100 m³ ha⁻¹.

Duarte et al. (2008) também não verificaram alteração significativa no pH do solo ao empregarem água residuária tratada de esgoto doméstico na irrigação de pimentão. De acordo com esse autores, em solos irrigados com efluentes, o aumento no pH do solo pode ocorrer em função do processo de desnitrificação, no qual ocorre consumo de um mol de H⁺ para cada mol de NO₃⁻ desnitrificado.

O teor de matéria orgânica do solo não sofreu alteração com a aplicação de biofertilizante de dejetos de suínos (Tabela 7). A baixa concentração de C-orgânico nesse material, devido ao seu alto teor de umidade, a baixa relação C/N e a presença de C-orgânico de fácil decomposição no biofertilizante, explicam o fato de teor de matéria orgânica do solo não aumentar com a adição desse efluente.

Tabela 6. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos no pH, em H₂O, e na acidez potencial (H+Al) do solo. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizantes	pH - H ₂ O			H+Al (cmol _c dm ⁻³)		
m ³ ha ⁻¹	Profundidade					
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm
0	5,5	5,7	5,7	3,6	3,8	3,3
40	5,5	5,7	5,7	3,6	3,4	3,0
80	5,6	5,6	5,6	3,6	3,6	3,2
120	5,6	5,7	5,6	3,5	3,4	3,1
160	5,4	5,5	5,5	3,9	3,7	3,5
200	5,3	5,4	5,5	4,2	4,0	3,4
240	5,3	5,4	5,4	4,2	4,4	3,5
Teste F	2,63 NS	2,25 NS	2,38 NS	2,08 NS	1,72 NS	0,57 NS
CV (%)	2,55	3,33	2,73	3,73	14,06	14,88
Profundidade						
0 - 10 cm	5,5 b		3,8 a			
10 - 20 cm	5,6 a		3,8 a			
20 - 40 cm	5,6 a		3,3 b			
Teste F	4,24*		10,40*			
CV (%)	2,70		12,89			

⁽¹⁾ NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Também não foram constatadas variações nos teores de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) do solo das camadas avaliadas com a aplicação de até 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos de suínos. Os teores, no solo, dos micronutrientes avaliados, diminuíram com a profundidade avaliada, ou seja, foram maiores na camada de 0-10 cm e menores na camada de 20-40cm (Tabelas de 7 a 9).

Na camada de 0-10 cm de profundidade, os teores médios de Zn, Fe, Mn, Cu e B foram, respectivamente, 4,4; 34,9; 65,6; 2,0; e, 0,31 mg dm⁻³ valores considerados alto, bom, alto, alto e baixo por Ribeiro et al. (1999). Na camada de 10-20 cm de profundidade, os teores médios de Zn, Fe, Mn, Cu e B foram, respectivamente, 2,7; 31,3; 44,6; 2,0; e, 0,28 mg dm⁻³ valores considerados alto, bom, alto, alto e baixo por Ribeiro et al. (1999).

Giroto et al. (2010) constataram aumento nos teores de Cu e Zn das camadas superficiais do solo, ao final de 17 aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos, ao longo de 78 meses.

Tabela 7. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de matéria orgânica e de Zn do solo. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizantes m ³ ha ⁻¹	M. O. (dag kg ⁻¹)			Zn (mg dm ⁻³)		
	Profundidade					
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm
0	2,7	2,4	1,6	4,0	2,9	1,0
40	2,7	2,4	1,6	3,9	2,5	0,9
80	2,7	2,3	1,6	4,5	2,4	1,1
120	2,7	2,5	1,6	4,1	3,1	0,9
160	2,8	2,3	1,8	4,7	2,4	1,3
200	2,8	2,4	1,8	4,9	3,1	1,8
240	2,9	2,3	1,6	4,8	2,7	1,3
Teste F	0,74 NS	1,58 NS	0,40 NS	1,61 NS	0,68 NS	1,16 NS
CV (%)	7,82	5,11	14,84	14,47	28,21	52,37
Profundidade						
0 - 10 cm	2,8 a		4,4 a			
10 - 20 cm	2,4 b		2,7 b			
20 - 40 cm	1,7 c		1,2 c			
Teste F	193,56**		153,14**			
CV (%)	9,11		24,96			

⁽¹⁾ NS e **correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 8. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de Fe e Mn do solo. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizantes	Fe (mg dm ⁻³)			Mn (mg dm ⁻³)		
m ³ ha ⁻¹	Profundidade					
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm
0	34,5	30,4	22,3	58,4	46,7	25,4
40	34,2	30,3	24,1	63,3	46,3	25,9
80	33,8	38,3	22,7	63,1	38,7	27,0
120	33,3	30,6	21,9	64,8	48,5	23,8
160	35,7	29,7	27,9	73,3	42,3	32,0
200	36,3	30,1	27,4	73,7	46,5	29,5
240	36,5	30,2	23,4	62,3	43,2	28,4
Teste F	0,75 NS	0,23 NS	0,78 NS	1,41 NS	0,73 NS	0,95 NS
CV (%)	8,49	10,51	22,81	14,70	17,59	20,70
Profundidade						
0 - 10 cm	34,9 a		65,5 a			
10 - 20 cm	29,9 b		44,6 b			
20 - 40 cm	24,2 c		27,4 c			
Teste F	26,12*		138,89*			
CV (%)	9,40		18,69			

⁽¹⁾ NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de Cu e B do solo. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizantes m ³ ha ⁻¹	Cu (mg dm ⁻³)			B (mg dm ⁻³)		
	Profundidade					
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 40 cm
0	1,9	1,9	1,9	0,31	0,28	0,27
40	2,1	2,2	2,1	0,32	0,26	0,26
80	2,1	2,1	2,3	0,33	0,27	0,26
120	1,9	1,9	1,9	0,31	0,28	0,24
160	2,1	2,1	2,1	0,30	0,30	0,28
200	2,0	2,0	2,0	0,30	0,30	0,25
240	2,0	2,1	2,1	0,32	0,29	0,23
Teste F	1,49 NS	1,12 NS	1,43 NS	0,32 NS	1,57 NS	1,09 NS
CV (%)	8,41	10,46	12,24	12,62	7,72	11,94
Profundidade						
0 - 10 cm	1,98		0,31 b			
10 - 20 cm	2,02		0,28 b			
20 - 40 cm	2,03		2,03 a			
Teste F	0,81 NS			965,07*		
CV (%)	10,16			19,38		

⁽¹⁾ NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade.

4.2 Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores foliares de nutrientes do milho

Constatou-se efeito significativo da adubação orgânica com biofertilizante de dejetos de suínos nos seguintes teores de foliares de P, B e Cu. Contudo, o biofertilizante não influenciou os teores foliares de N, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn e Fe, sendo que os valores médios foram, respectivamente: 34; 25,4; 4,1; 2,0 g kg⁻¹; e, 2,3; 24,7; 49,3; 130,7 mg kg⁻¹ (Tabelas 10 e 11).

Os teores foliares de todos os nutrientes analisados (macronutrientes e micronutrientes) estão dentro da faixa considerada adequada por Raij et al. (1997) para a cultura do milho. No decorrer do experimento não foram observados sintomas visuais de deficiência nutricional. Resultados semelhantes foram obtidos por Seidel et al. (2010), que também não verificaram alterações nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em milho com aplicação de dejetos de suínos. Santos et al., (2012) aplicando biofertilizante de suínos em abóbora, nas doses de 0, 5, 10, 20 e 40 m³ ha⁻¹, não observaram diferenças significativas nos teores foliares de N, P, K e S das plantas.

Tabela 10. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores foliares de macronutrientes em milho. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizante	N	P	K	Ca	Mg
m ³ ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----				
0	32,7	3,0 ab	26,1	4,3	2,0
40	34,4	2,9 b	23,5	4,3	2,1
80	33,8	3,0 ab	24,6	4,3	2,0
120	34,2	3,1 ab	24,9	4,2	2,1
160	34,2	3,2 a	26,4	4,0	1,9
200	34,9	2,9 ab	25,9	4,0	1,8
240	33,9	3,0 ab	26,6	3,9	1,9
Teste F	0,76 NS	2,61*	1,16 NS	4,29 NS	0,77 NS
CV (%)	4,49	3,78	8,14	4,43	13,91

⁽¹⁾ NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores foliares de S e de micronutrientes em milho. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizante	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
$\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$	-----mg kg ⁻¹ -----					
0	2,3	20,3 a	25,8	45,1	126,0	11,0 b
40	2,3	18,9 ab	24,5	43,8	127,2	11,5 ab
80	2,2	17,5 ab	24,0	47,0	125,5	11,4 ab
120	2,4	17,5 ab	25,7	49,1	149,0	11,6 ab
160	2,3	18,3 ab	25,2	47,6	138,5	11,6 ab
200	2,2	16,9 b	23,9	54,3	125,0	12,2 a
240	2,2	17,5 ab	23,8	58,1	123,5	12,2 a
Teste F	2,24 NS	3,03*	1,12 NS	2,62 NS	1,82 NS	3,85*
CV (%)	3,50	7,22	6,69	12,91	10,77	3,75

⁽¹⁾NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores foliares de P nos tratamentos que receberam aplicação de biofertilizante não diferiram do tratamento testemunha (Tabela 10). Verificou-se também, que o teor foliar de P do tratamento que recebeu $160 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ de biofertilizante foi cerca de 7% maior em relação ao que recebeu $40 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$. Inoue et al. (2011) não encontraram variações nos teores foliares de P em milho utilizando biofertilizante de maniqueira.

Houve diminuição nos teores foliares de B no milho com a aplicação de até $180 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ de biofertilizante de dejetos de suínos (Figura 3). De acordo com a equação de regressão, o teor foliar de B no tratamento testemunha foi cerca de 15% maior em relação ao que foi aplicado $160 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ de biofertilizante. Santos et al. (2012), utilizando biofertilizante nas doses de 0, 5, 10, 20 e $40 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ em plantas de abóbora, também observaram a redução do teor foliar de boro.

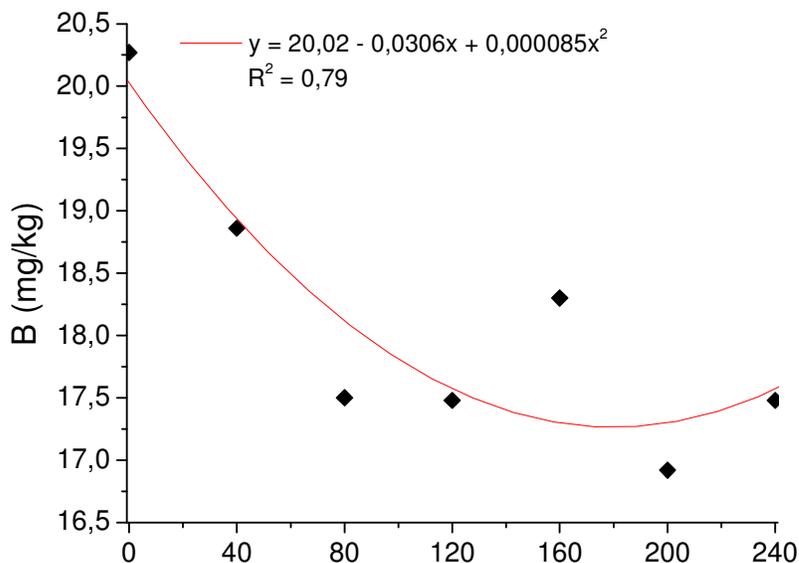


Figura 3. Teores foliares de B em milho em função de doses de biofertilizante de dejetos de suínos.

Com relação ao teor foliar de Cu, verificou-se um aumento linear nos teores com a aplicação do biofertilizante de dejetos de suínos (Figura 4). Os teores variaram de $10,9 \text{ mg kg}^{-1}$ no tratamento testemunha a $12,2 \text{ mg kg}^{-1}$ no tratamento que recebeu a maior dose do biofertilizante de dejetos de suínos ($240 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), o que correspondeu a um acréscimo de 12 %, quando comparou-se esses dois tratamentos. Segundo Girotto et al. (2010), os dejetos líquidos de suínos apresentam altas concentrações de Cu e Zn, e aplicações frequentes desse adubo orgânico podem aumentar as quantidades desses metais em formas solúveis e trocáveis no solo, potencializando a toxidez às plantas e sua transferência, via sedimentos, para mananciais de águas superficiais.

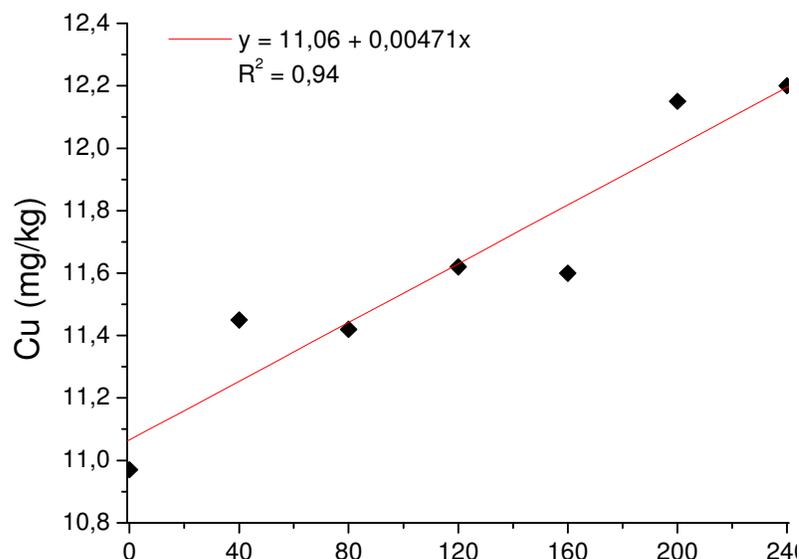


Figura 4. Teores foliares de Cu em milho em função de doses de biofertilizante de dejetos de suínos.

4.3 Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos na produtividade e em componentes de produção do milho

O biofertilizante de dejetos de suínos alterou significativamente o diâmetro de espiga, a altura da inserção da espiga e a altura de plantas, mas não afetou a produtividade de grãos e os demais componentes de produção: número de grãos por espiga, tamanho da espiga, peso de 1.000 grãos, diâmetro do colmo, número de grãos por fileira, e número de fileiras de grãos por espiga, sendo que os valores médios destes atributos foram 9.699 kg ha⁻¹; 554; 15,5 cm; 312 g; 2,2 cm; 30,9 e 17,9, respectivamente (Tabelas 12 e 13).

A ausência de resposta do milho com o uso do biofertilizante, em relação à produtividade de grãos e a maioria dos componentes de produção, deve-se ao elevado teor de umidade do material que dilui os nutrientes presentes nos dejetos dos animais. Como também não ocorreu aumento nos teores de matéria orgânica, de macronutrientes e de micronutrientes no solo com a adição de até 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos de suínos, talvez o seu emprego na agricultura seja mais adequado na irrigação do que como adubo orgânico. De acordo com Silva et al. (2012), a principal vantagem da utilização de efluentes de biodigestor na agricultura está na reutilização da água.

A alta produtividade média de grãos obtida no experimento, próximo a 10.000 kg ha⁻¹, foi devido às boas condições de fertilidade do solo da área, e as condições adequadas de temperatura e precipitação que ocorreram durante o transcorrer do experimento.

Bezerra et al. (2008a) utilizando biofertilizante de dejetos de bovinos em milho não verificaram diferenças no peso da matéria verde das plantas; número de espigas por planta; peso seco da parte aérea e, diâmetro transversal da espiga. Orrico Jr. (2011), em experimento em vasos, constatou que a aplicação de biofertilizantes de bovinocultura e suinocultura em doses correspondentes a até 300 kg ha⁻¹ de N proporcionou aumento linear na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. Cabral et al. (2011) constataram que a aplicação de até 750 m³ ha⁻¹ de água residuária de suinocultura não afetou a altura e a produção de matéria seca de capim elefante. Lima et al. (2012) utilizando biofertilizante de dejetos de bovinos, nas concentrações de 11,12%, 20%, 33,33% e 50% no milho constataram aumento linear no diâmetro do caule das plantas.

Barnabé (2001) constatou aumento na produção de matéria seca e melhora em características bromatológicas (proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido) de capim-marandu com o uso de fertirrigação com dejetos líquidos de suínos. Silva et al. (2006) empregando dejetos líquidos de suínos em pastagem de *Brachiaria decumbens* verificaram que a dose 60 m³ ha⁻¹ proporcionou o mesmo desempenho que a adubação mineral convencional. Giacomini e Aita (2008); Léis et al. (2009) também obtiveram aumentos na produtividade de grãos de milho com a aplicação de dejetos de suínos. Leite, Cunha Neto e Resende (2009) constataram que aplicações de até 200 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos aumentaram a produtividade de colmos de cana-de-açúcar. Entretanto, Seidel et al. (2010) empregando ureia e dejetos de suínos nas doses de 20, 30, 40 e 50 m³ ha⁻¹ no cultivo de milho, não observaram diferenças significativas na produtividade de grãos.

Tabela 12. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos na produtividade de grãos e em componentes de produção do milho. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizante	Nº de Grãos /Espiga	Tamanho de Espiga	Diâmetro de Espiga	Peso 1000 Grãos	Produtividade de grãos
m ³ ha ⁻¹	uni	cm	cm	g	kg ha ⁻¹
0	542	14,8	5,25 b	313	9.528 a
40	561	15,9	5,33 ab	316	9.593 a
80	542	15,3	5,30 ab	316	9.650 a
120	561	15,3	5,31 ab	313	9.406 a
160	549	15,5	5,29 ab	310	9.388 a
200	562	15,6	5,36 ab	305	10.302 a
240	558	15,6	5,43 a	311	9.727 a
Teste F	0,85 NS	0,60 NS	3,27*	0,69 NS	0,44 NS
CV (%)	3,51	6,13	1,19	3,06	9,69

⁽¹⁾NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos em componentes de desenvolvimento e de produção do milho. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizante	Altura de Espiga	Altura de Plantas	Diâmetro de Colmo	Grãos Fileiras ⁻¹	Fileira Espiga ⁻¹
m ³ ha ⁻¹	m	m	cm	----- unidades -----	-----
0	1,57 c	2,75 b	2,14	30,5	17,7
40	1,63 ab	2,78 ab	2,20	31,0	18,0
80	1,65 ab	2,81 ab	2,22	30,7	17,7
120	1,62 bc	2,75 ab	2,26	31,1	18,0
160	1,64 ab	2,80 ab	2,30	30,3	18,0
200	1,67 a	2,81 a	2,22	31,4	17,9
240	1,62 bc	2,78 ab	2,30	31,0	18,0
Teste F	8,770*	2,970*	2,190 NS	0,431 NS	0,382 NS
CV (%)	1,31	1,19	3,60	3,78	2,81

⁽¹⁾NS e *correspondem, respectivamente, a não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos que receberam 40; 80; 160 e 200 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos de suínos apresentaram altura de inserção de espiga cerca de 5% maior do que o tratamento testemunha (Tabela 14). Verificou-se também a aplicação de 200 m³ ha⁻¹ de biofertilizante que proporcionou altura de plantas 2% maior em relação à testemunha.

O diâmetro de espigas aumentou linearmente com as doses de biofertilizante de dejetos de suínos, sendo que, de acordo com a equação de regressão, o acréscimo foi de 2% quando se comparou o tratamento que recebeu a maior dose do biofertilizante (240 m³ ha⁻¹) com a testemunha (Figura 5).

Sousa et al. (2012), utilizando na irrigação de milho diferentes concentrações de biofertilizante de dejetos de bovinos (11; 20; 25; 33 e 50%), constataram aumento linear na altura de plantas com as concentrações do biofertilizante.

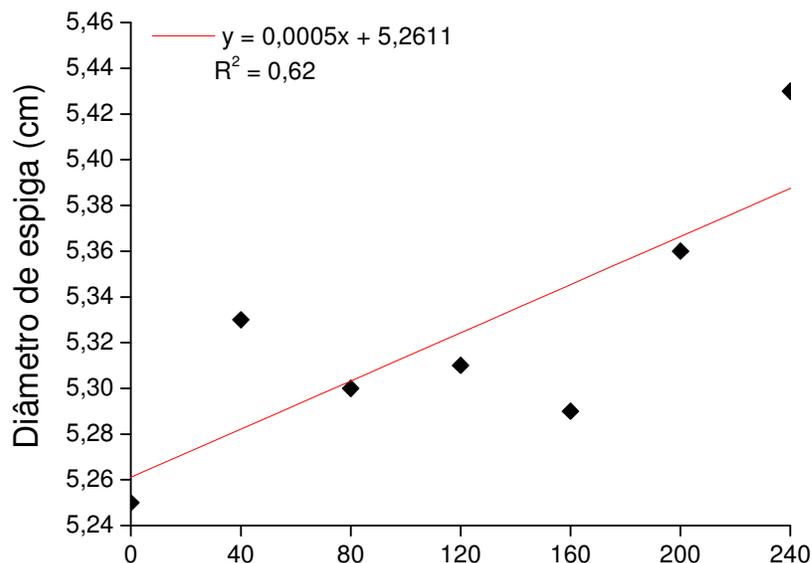


Figura 5. Diâmetro de espigas do milho em função de doses do biofertilizante de dejetos de suínos.

4.4 Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de nutrientes dos grãos de milho.

O emprego do biofertilizante de dejetos de suínos não proporcionou alteração nos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e de micronutrientes (B, Zn, Mn, Fe e Cu) nos grãos de milho, sendo que os valores médios foram, respectivamente: 13,47; 2,56; 3,81; 0,19; 1,26 e 0,93 g kg⁻¹ para os macronutrientes e 9,41; 25,28; 6,47; 45,64; e 1,90 mg kg⁻¹ para os micronutrientes (Tabela 14 e 15).

Tabela 14. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de macronutrientes nos grãos de milho. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizante	N	P	K	Ca	Mg
m ³ ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----				
0	12,8	2,8	4,2	0,2	1,4
40	13,3	2,7	4,0	0,2	1,3
80	12,8	2,2	3,3	0,2	1,1
120	13,8	2,6	3,9	0,2	1,2
160	13,8	2,4	3,5	0,2	1,2
200	13,6	2,6	3,8	0,2	1,3
240	14,1	2,7	4,1	0,2	1,4
Teste F	2,22 NS	0,56 NS	0,53 NS	0,71 NS	0,54 NS
CV (%)	4,97	18,87	22,75	30,50	21,24

⁽¹⁾NS corresponde a não significativo pelo teste F.

Tabela 15. Efeito do biofertilizante de dejetos de suínos nos teores de S e de micronutrientes dos grãos de milho. Muzambinho (MG), 2013.

Doses de Biofertilizante	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
m ³ ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----					
0	0,9	8,7	26,2	7,4	50,3	1,9
40	1,0	8,7	24,6	6,4	41,8	1,8
80	0,9	8,2	23,1	5,9	48,3	1,6
120	0,9	9,4	26,3	6,9	49,8	2,0
160	0,9	9,2	26,0	5,9	46,5	2,1
200	1,0	10,7	25,0	6,6	41,5	1,9
240	1,0	11,0	25,8	6,2	41,5	2,0
Teste F	1,28NS	2,40 NS	0,27 NS	1,35 NS	0,57 NS	0,50 NS
CV (%)	8,08	14,40	17,52	14,70	23,09	21,10

⁽¹⁾NS corresponde a não significativo pelo teste F.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente experimento, pode-se concluir que:

1- A aplicação de até $240 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de biofertilizante de dejetos de suínos em solo com boas condições de fertilidade não alterou os atributos químicos do solo e nem a produtividade de milho.

2- O uso de biofertilizante de dejetos de suínos não afetou os teores de macronutrientes e nem os de micronutrientes nas folhas e nos grãos de milho.

3- Há necessidade de mais estudos em relação ao uso agrícola do biofertilizante de dejetos de suínos, tais como: o uso de doses mais elevadas; o parcelamento da aplicação; o seu emprego na irrigação por aspersão, visando diminuir as doses de adubo nitrogenado em cobertura para a cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B. et al. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.768-775, maio/jun.2008.
- ALVES, V. M. C. et al. Sugestão de adubação para a cultura do milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa:UFV, 1999. p.314-316.
- AMARAL, C. M. C. et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1897-1902, nov/dez. 2004.
- APARECIDO, L. E. O.; SOUZA, P. S. **Boletim Climático Nº8** – nov. 2013. Acesso em: 04 jan. 2014.
- ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.771-777, ago. 2004.
- BARNABÉ, M. C. **Produção e composição bromatológica da Brachiaria brizantha cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos**. 2001. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.
- BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; RHEINHEIMER, D.S. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.32, n.1, p.2525-2532, jan. 2008.
- BEZERRA, L. L. et al. Produção de forragem hidropônica de milho em função de concentrações de biofertilizante e densidade de sementes. **Revista Verde**, Mossoró–RN, v.3, n.4, p.110-116, out. 2008b.
- BEZERRA, L. L. et al. Avaliação da aplicação de biofertilizante na cultura do milho: crescimento e produção. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.3, n.3, p.131-139, set. 2008a.
- BORGES, A. L.; COSTA, E. L. Banana. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p.77-84.
- BOSCO; T. C.; et al. Utilização de água residuária de suinocultura em propriedade agrícola - Estudo de caso. **Irriga**, Botucatu, v.13, p.139-144, mar. 2008.
- CABRAL, J. R. et al. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande -RN, v.15, n.8, p.823-831, ago. 2011.
- CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p.45-47.

CAOVILLA, F. A. et al. Lixiviação de nutrientes proveniente de águas residuárias em colunas de solo cultivado com soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v.9, p.283-287, dez. 2005.

CARMO, C. A. F. de S. et al. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. p.41.

CERETTA, C. A. Produtividade de grãos de milho, produção de MS e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.35, n.6, p.1287–1295, nov. 2005.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

CHICONATO, D. A. et al. Resposta da alfaca à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Biosci. Journal**, Uberlândia, v.29, n.2, p.392-399, mar. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Levantamentos de safra 2011/12. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_07_05_08_41_20_boletim_graos_-_10julho_2012.pdf . Acesso em: 10 out. 2013.

DAROLT, M. R. **Lixo rural**: entraves, estratégias e oportunidades. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br>> Acesso em 24 fev.2013.

DUARTE, A. S. et al. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 302-310, maio 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA - **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro. Embrapa, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.15, nov/dez. 2011.

FREITAS, W. S. et al. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.120-125, jan. 2004.

GALBIATTI, J. A. et al. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.167-177, jan. 2011.

GALINAT, W. C. The origin of maize: grain of humanity. **New York Botanical Garden Journal**, New York, v.44, n.1 p.3-12, jan. 1995.

GIACOMINI, S. J. AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.32, n.1, p.195-205, jan/fev.2008.

GIROTTO, E. et.al. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.34, n.3, p.955-965, maio 2010.

GOMES, E. R. S. SAMPAIO, S. C.; CORRÊA, M. M.; VILAS BOAS, M. A.; ALVES, L. F. A.; SOBRINHO, T. A. Movimento de nitrato proveniente de água residuária em colunas de solos. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v. 24, n. 3, p. 557-568, dez. 2004.

GONÇALVES Jr, A. C. et al. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como bioindicador. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v.30, n.1, p.9-14, jan/jun. 2008.

INOUE, K. R. A. et al. Concentração de nutrientes em plantas de milho, adubadas com biofertilizantes, obtidos na digestão anaeróbia da manipueira. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, v.19, n.3, maio 2011.

KESSLER, N. C. H. et al. Análise preliminar do comportamento do zinco no solo e no milho (*Zea mays* L.) sob aplicação de água residuária da suinocultura. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E INDUSTRIAIS, 2, 2011, Foz do Iguaçu. Acesso em: 01 nov. 2013.

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

KONZEN, E. A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

LÉIS, C. A. et al. Rendimento de milho adubado com dejetos de suínos em sistema de plantio direto sem o uso de agrotóxicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.3814-3817, nov. 2009.

LEITE, G. F. CUNHA NETO, F. R.; RESENDE, A. V. Produtividade agrícola da cana-de-açúcar adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.132-138, jan/fev. 2009.

LIMA, J. G. A. et al. Crescimento inicial do milho fertirrigado com biofertilizante. **Agropecuária científica no semiárido**. Campina Grande, v.8, n.1, p.39-44, mar. 2012.

MEDEIROS, D. C. et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.433-436, jul. 2007.

MEIRA, F. A., et al. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.2, p.275-284, jun. 2009.

MELO, D. R. M. et al. Reação da forragem hidropônica de milho sob diferentes concentrações de biofertilizante e quantidades de sementes. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.4, n.3, p.39-44, set. 2009.

NASCIMENTO, R. C. O uso do biofertilizante em solos agrícolas do cerrado da região do alto paranaíba (MG). **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v.30, n.2, p.55-66, dez. 2010.

ORRICO Jr, M. A. P. **Biodigestão anaeróbia dos dejetos de suínos e bovinos e utilização do biofertilizante no capim piatã**. 2011. 100 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.

QUEIROZ, F. M. et al. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1487-1492, set/out. 2004.

RAIJ, B.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 194-195.

RIBEIRO, A. C. GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999.

SÁ JUNIOR, A. et al. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Viena, v.108, n.3, p.1-7, ago. 2012.

SANTOS, M. R. 2012. Rendimento, qualidade e absorção de nutrientes pelos frutos de abóbora em função de doses de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.160-167, mar. 2012.

SANTOS, A. C. U. **Biofertilizante líquido: o defensivo agrícola da natureza**. Niterói: EMATER-RIO, 1992 p.16.

SCHERER, E. E. BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.31, n.1, p.123-131, jan/fev. 2007.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.913-920, dez. 2009.

SEIDEL, E. P. et al. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum, Technology**, Maringá, v.32, n.2, p.113-117, jul/dez. 2010.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, 1999.

SILVA, A. A. **Viabilidade técnica e econômica da implantação da biodigestão anaeróbia e aplicação de biofertilizante nos atributos de solo e plantas**. 2009. 188 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

SILVA, J. A. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p.253-257, out. 2012.

SILVA, S. F. et al. Comportamento fisiológico do milho sob manejo orgânico. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v.6, n.5, p.33-39, out. 2011.

SILVA, W. T. L. et al. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. **Química Nova**, São Paulo, v.35, n.1, 35-40, jan. 2012.

SMANHOTTO, A. et al. Cobre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v.30, p.347-357, abr. 2010.

SOUZA, A. C. et al. Parcelamento e época de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em características agrônômicas do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.2, p.321-329, abr. 2001.

SOUZA, G. G. et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.43, n.2, p.237-245, jun. 2012.

SOUZA, R. S. et al. Produtividade e qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.3, p.995-1010, jul/set.2013.

STEINMETZ, R. L. R. Study of metal distribution in raw end screened swine manure. **CLEAN – Soil, Air, Water**, Weinheim, v.37, n.3, p.239-244, mar. 2009.

TAKITANE, I. C.; SOUZA, M. C. M. Produção de suínos no Brasil: impactos ambientais e sustentabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL–X CONGRESSO MUNDIAL DE SOCIOLOGIA RURAL, 38, 2000, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro. 2000.

VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; DOURADO NETO, D. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistema de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.382-394, set. 2006.

VILLELA JR., L. V. E.; ARAUJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Efeito da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.72-79, abr. 2003.