

ELWIRA DAPHINN SILVA MOREIRA

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MILHETO E DE
MILHO ADUBADOS COM BIOFERTILIZANTE SUÍNO EM
DIFERENTES ÉPOCAS NO NORTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Colen
Orientador: Prof. Dr. Luiz Arnaldo Fernandes

Montes Claros
2012

Moreira, Elwira Daphinn Silva.

N835p 2013 Produção e nutrição mineral de milho e de milho adubados com biofertilizante suíno em diferentes épocas no norte de Minas Gerais / Elwira Daphinn Silva Moreira. Montes Claros, MG: Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, 2013.
97 p.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

Orientador: Prof. Luiz Arnaldo Fernandes.

Banca examinadora: Valdemar Faquin, Álvaro Luis de Carvalho Veloso, Fernando Colen, Luiz Arnaldo Fernandes.

Inclui bibliografia: f: 80-91.

1. Milho - Milheto – Forrageiras. 2. Adubação orgânica. 3. Biofertilizante suíno. Fernandes, Luiz Arnaldo. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 633.15

ELWIRA DAPHINN SILVA MOREIRA

PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MILHETO E DE MILHO
ADUBADOS COM BIOFERTILIZANTE SUÍNO EM DIFERENTES
ÉPOCAS NO NORTE DE MINAS GERAIS

Prof. Valdemar Faquin
(Universidade Federal de Lavras)

Prof. Álvaro Luis de Carvalho Veloso
(ICA/UFMG)

Prof. Dr. Fernando Colen
Coorientador (ICA/UFMG)

Prof. Dr. Luiz Arnaldo Fernandes
Orientador (ICA/UFMG)

Aprovada em 18 de dezembro de 2012.

Montes Claros
2012

DEDICATÓRIA

À minha filha, anjo meu que me fez mais forte e me ensinou a ver a vida com mais significado e alegria.

Júlia Alice é para você!

AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus, digno de toda honra e glória, por me acompanhar todo esse tempo, a dádiva da vida e a oportunidade concedida para aprender. Só o Senhor sabe as minhas aflições, me dá força e fé para continuar e ilumina sempre meus os caminhos.

A toda minha família, tesouro único e abençoado, em especial à minha amada mãe, Ewânia, inspiração de garra e realizações de sonhos, ao meu querido pai, Ismael, fonte de honradez e incentivo. Aos meus irmãos, Ilanna, Stephanie, Petherson e Nicole, que estiveram ao meu lado o tempo todo, confortando-me com carinho e me fazendo rir.

Aos meus avós, tios e primas, que estiveram presentes sempre, ofertando-me carinho, incentivo e alegrias.

Ao meu amado, André e à sua família. Obrigada pelo companheirismo, apoio, paciência e palavras de amor dedicadas por todos esses anos.

Um agradecimento mais que especial ao meu orientador, professor Luiz Arnaldo Fernandes, que acreditou em mim, confiou, elogiou, corrigiu e me ensinou preceitos que levarei para a vida toda. Luiz, saiba que nunca me esquecerei da sua dedicação e serei eternamente grata à sua colaboração e amizade.

Aos professores membros da banca examinadora de defesa: Dr. Valdemar Faquin, Dr. Álvaro Luis de Carvalho Veloso, Dr. Luiz Arnaldo Fernandes e Dr. Fernando Colen.

Aos alunos e amigos Ademilson, Leandro, Rafael, Emanuelle, Tânia, Marcela e Cris, que contribuíram no desenvolvimento do experimento e estiveram dispostos a trabalhar.

À UFMG e, em particular, ao Instituto de Ciências Agrárias e a todos que fizeram minha vida mais feliz neste lugar que será sempre o meu preferido.

A todos os meus professores da graduação em Agronomia e mestrado em Ciências Agrárias, que me ensinaram e deram uma profissão; em especial, aos amigos: professores Fernando Colen, Flavio Gonçalves, Flávio

Pimenta, Delacyr Brandão e Germano Leite, que não só me ensinaram, mas também cultivaram amizade, estimando sempre pelo meu desempenho.

Ao amigo Demerson e à equipe GIZ/ICA as amizades, o incentivo e as alegrias.

A todos os meus amigos que participaram desta caminhada, não só como amigos, mas como família. Em especial, a Josiane Carvalho e a Aline Santos, a amizade sincera e os momentos de descontração. Aos queridos amigos da graduação em Biologia-UNIMONTES e Agronomia-UFMG.

Aos colegas de Mestrado pela amizade e convivência, em especial a Álvaro, a Edmar, à Danúbia e aos que me acompanham desde a graduação. Aos funcionários do ICA/UFMG em especial ao Pedro da Horta, Seu Antônio da Suinocultura, Manoel e Ismael do Laboratório de Solos o apoio e a colaboração.

A CAPES/REUNI, a concessão da bolsa de estudo. Ao CNPq e à FAPEMIG o apoio financeiro à pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram e estiveram presentes nesta jornada, dentre tantos outros pelas orações e vibrações edificantes.

“A felicidade aparece para aqueles que choram. Para aqueles que se machucam. Para aqueles que buscam e tentam sempre. E para aqueles que reconhecem a importância das pessoas que passam por sua vida”.

Clarice Lispector

RESUMO

A produção de forrageiras adubadas com biofertilizante suíno no semiárido norte-mineiro pode proporcionar efeitos sobre produtividade, desenvolvimento da cultura e características nutricionais das plantas e do solo, favorecendo os agricultores familiares, devido, sobretudo, à economia de fertilizantes químicos e sustentabilidade dos sistemas agrícolas, além de promover produção de silagem de boa qualidade e ainda dar uma destinação ambientalmente correta para os dejetos de suínos. Objetivou-se, com a presente pesquisa avaliar a produção e nutrição do milheto e do milho forrageiro adubados com doses de biofertilizante suíno, em diferentes épocas no norte de Minas Gerais. Os experimentos foram conduzidos em num Latossolo Vermelho, simultaneamente implantado durante o período de junho a setembro de 2011 e conduzido novamente em outubro de 2011 a fevereiro de 2012. Em ambos, utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: doses de biofertilizante suíno para fornecer 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e um tratamento adicional com adubo mineral (571,4 kg ha⁻¹ formulação 4-14-8). Verificou-se que as características morfológicas e a produção de matéria fresca e seca das plantas de milheto e milho, exceto as características morfológicas das plantas de milho, foram influenciadas pelos tratamentos, sendo as maiores produtividades obtidas com a adubação mineral e com as maiores doses de biofertilizante suíno, evidenciando a eficiência da adubação de biofertilizante suíno na produção dessas forrageiras. O biofertilizante suíno foi fonte de macronutrientes e micronutrientes para as culturas.

Palavras-Chave: Nutrição. Forrageiras. *Pennisetum glaucum*. Adubação orgânica. *Zea mays*.

ABSTRACT

The production of forage fertilized with swine biofertilizer in the semiarid north Minas Gerais can provide effects on productivity, development of culture and nutritional characteristics of plants and soil, favoring family farmers, due mainly to the economy of chemical fertilizers and sustainability of the agricultural systems, besides promoting the production of silage of better quality and still give an environmentally correct destination for pig manure. The objective of this research was to evaluate the yield and nutrition of millet and maize fertilized with doses of swine biofertilizer, at different times in the north of Minas Gerais. The experiments were conducted on an Oxisol simultaneously deployed during the period June to September 2011 and again conducted in October 2011 to February 2012. In both, it was used a randomized block design with four replications and six treatments: doses of swine biofertilizer to provide 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ P₂O₅, and an additional treatment with mineral fertilizer (571.4 kg ha⁻¹ formulation 4-14-8). It was found that the morphological characteristics and the production of fresh and dry matter of millet and maize plants, except the morphological characteristics of corn plants were affected by treatments, with the highest yield obtained with mineral fertilizers and with higher doses of swine biofertilizer, showing the efficiency of fertilization of swine biofertilizer in the production of these forage. The swine biofertilizer was source of macronutrients and micronutrients for the crops.

Keywords: Nutrition forage. Silage. *Pennisetum glaucum*. Organic fertilization. *Zea mays*.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALPL	Altura de plantas
CTC	Capacidade de troca catiônica
DCOL	Diâmetro do colmo
DIVMO	Digestibilidade in vitro da matéria orgânica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA	Fibra digestível ácida
FDN	Fibra digestível neutro
ICA	Instituto de Ciências Agrárias
MFCO	Matéria fresca de colmos
MFES	Matéria fresca de espigas
MFFO	Matéria fresca de folhas
MFPA	Matéria fresca de panículas
MFTO	Matéria fresca total
MS	Matéria seca
MSCO	Matéria seca de colmos
MSES	Matéria seca de espigas
MSFO	Matéria seca de folhas
MSPA	Matéria seca de panículas
MSTO	Matéria seca total
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NES	Número de espigas
NFOL	Número de folhas
NPAN	Número de panículas
NPER	Número de perfilhos
NPK	Adução mineral (nitrogênio, fósforo e potássio)
NRC	National Research Council
PB	Proteína bruta
TPAN	Tamanho de panícula
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO MILHETO E MILHO FORRAGEIRO ADUBADOS COM DOSES DE FÓSFORO, VIA BIOFERTILIZANTE SUÍNO E FERTILIZANTE QUÍMICO, EM PERÍODO SECO, NO NORTE DE MINAS GERAIS

- 1 Valores máximos, mínimos e médios da temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e evapotranspiração potencial durante o experimento no ICA/UFMG, Montes Claros-MG, 2011..... 37
- 2 Quantidades dos nutrientes por hectare fornecidos nas doses de biofertilizante suíno e na adubação mineral..... 38
- 3 A altura de planta (ALPL), diâmetro do colo (DCOL), número de folhas por planta (NFOL), número de perfilhos por planta (NPER), número de panículas por hectare (NPAN) e tamanho de panículas (TPAN) do milheto e altura de planta (ALPL), diâmetro do colmo (DCOL), número de folhas por planta (NFOL) e número de espigas por hectare (NES) do milho, quando adubado com doses de fósforo na forma de biofertilizante suíno comparado à adubação mineral..... 42
- 4 A massa fresca (MFTO) e massa seca total (MSTO) do milheto e do milho, em $t\ ha^{-1}$, adubados com doses de biofertilizante suíno em relação à adubação mineral..... 46
- 5 Equações de regressão ajustadas para a massa fresca total (MFTO) e massa seca total (MSTO) do milheto e milho, em função das doses de fósforo aplicadas via biofertilizante suíno..... 50
- 6 Teores foliares do milheto ($g\ kg^{-1}$) de nitrogênio (N), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de enxofre (S), ($mg\ kg^{-1}$) de ferro (Fe), de manganês (Mn), de zinco (Zn), de cobre (Cu) e de boro (B) para as doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo e comparadas com a adubação mineral..... 52
- 7 Teores foliares do milho ($g\ kg^{-1}$) de nitrogênio (N), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de enxofre (S), ($mg\ kg^{-1}$) de ferro (Fe), de manganês (Mn), de zinco (Zn), de cobre (Cu) e de boro (B) para as doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo e comparadas com a adubação mineral..... 53

CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO MILHETO E MILHO ADUBADOS COM DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE SUÍNO, NO PERÍODO DAS ÁGUAS, NO NORTE DE MINAS GERAIS

- 1 Valores máximos, mínimos e médios da temperatura, da umidade relativa do ar, da precipitação e da evapotranspiração potencial durante o período experimental das águas no ICA/UFMG, Montes Claros-MG, 2012..... 61
- 2 Altura de planta (ALPL), diâmetro do colmo (DCOL), número de folhas por planta (NFOL) do milheto e do milho, o número de perfilhos por planta (NPER), número de espigas (NPAN) e tamanho de panículas (TPAN) do milheto, quando adubados com doses de fósforo na forma de biofertilizante suíno, comparados à adubação mineral..... 65
- 3 A massa fresca (MFTO) e massa seca total (MSTO) do milheto e do milho, em $t\ ha^{-1}$, adubados com doses de biofertilizante suíno em relação à adubação mineral..... 68
- 4 Equações de regressão ajustadas para a matéria fresca total (MFTO) e matéria seca total (MSTO) do milheto e do milho, em função das doses de fósforo aplicadas via biofertilizante suíno, comparadas à adubação mineral..... 71
- 5 Teores foliares do milheto ($g\ kg^{-1}$) de nitrogênio (N), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de enxofre (S), ($mg\ kg^{-1}$) de ferro (Fe), de manganês (Mn), de zinco (Zn), de cobre (Cu) e de boro (B), quando adubado com a adubação mineral em relação às doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo..... 72
- 6 Teores foliares do milho de nitrogênio (N), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de enxofre (S), de ferro (Fe) e de manganês (Mn), de zinco (Zn), de cobre (Cu) e de boro (B), quando adubado com adubação mineral em relação às doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo..... 73

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2	ASPECTOS GERAIS DO MILHETO.....	16
2.1	Origem.....	16
2.2	Adaptação.....	16
2.3	Semeadura.....	17
2.4	Produção.....	18
2.5	Características nutricionais.....	20
3	ASPECTOS GERAIS E ADUBAÇÃO DO MILHO.....	23
4	DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS.....	26
5	FERTILIZANTES LÍQUIDOS ORGÂNICOS NA AGRICULTURA..	29
	REFERÊNCIAS.....	31

CAPÍTULO 2 - PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO MILHETO E MILHO FORRAGEIRO ADUBADOS COM DOSES DE FÓSFORO, VIA BIOFERTILIZANTE SUÍNO E FERTILIZANTE QUÍMICO, EM PERÍODO SECO, NO NORTE DE MINAS GERAIS

	RESUMO.....	32
	ABSTRACT.....	33
1	INTRODUÇÃO.....	34
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4	CONCLUSÃO.....	56

CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO MILHETO E MILHO ADUBADOS COM DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE SUÍNO, NO PERÍODO DAS ÁGUAS, NO NORTE DE MINAS GERAIS

	RESUMO.....	56
--	--------------------	-----------

	ABSTRACT	57
1	INTRODUÇÃO	58
2	MATERIAL E MÉTODOS	61
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4	CONCLUSÃO	75
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICES	88

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção brasileira de suínos é um importante segmento econômico, cuja atividade vem crescendo anualmente, a fim de atender à demanda do mercado interno e externo, porém o acúmulo de dejetos nas propriedades e nas áreas circundantes caracteriza-se como um dos principais problemas de ordem técnica, sanitária, econômica e ambiental, decorrente do confinamento.

O aproveitamento dos recursos rurais disponíveis é uma das estratégias que visa a manter a estabilidade e a sustentabilidade dos sistemas de produção. O uso eficiente dos dejetos de suínos na produção agrícola é uma proposta mitigadora, sendo essencial o tratamento e o manejo adequado dos dejetos suínos, retornando-os ao sistema como biofertilizante, visto que se constitui alternativa tecnicamente viável e atende às exigências nutricionais das culturas, liberando nutrientes de forma gradual para as plantas (DURIGON *et al.*, 2002).

O uso de biofertilizante suíno possibilita a produção sustentável de forrageiras, visa à independência de energias não renováveis, minimizando os custos de produção de alimentos, sobretudo aos destinados à criação animal, além de maximizar a produção de matéria seca de qualidade, sendo relevante requisito para aumentar o número de bovinos em áreas de pastejo.

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) é uma alternativa para alimentação animal, cresce em importância no panorama da agricultura brasileira, por apresentar ciclo vegetativo curto, eficiência no uso de água e nutrientes, diversidade de aplicação no sistema produtivo e resistência à seca, podendo-se adaptar bem às condições inerentes ao norte de Minas Gerais.

A semeadura do milheto na primavera é uma opção para contornar o problema de escassez de forrageira na época da estiagem no Brasil, período quando apresenta maior produção de massa verde ou no outono, com menor produtividade. É uma opção forrageira excelente nos períodos de transição

final das águas para início da seca, em que reduz a disponibilidade de forragem e, no verão, em que apresenta alta produção de matéria seca de alta qualidade (PAULINO, 2003). Assim, torna-se necessário o estudo do milheto como opção forrageira produtiva e adaptada também à produção de silagem de boa qualidade. A produção de forrageiras, de milho e de milheto adubados com biofertilizante suíno poderá promover melhorias na fertilidade no solo, redução dos custos de produção, promover silagem de boa qualidade e ainda dar uma destinação ambientalmente correta aos dejetos de suínos.

Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a nutrição, as características morfológicas, a produtividade de massa verde e seca do milheto e do milho quando adubados com diferentes doses de biofertilizante suíno, na estação de seca e chuvosa no norte de Minas Gerais.

2 ASPECTOS GERAIS DO MILHETO

2.1 Origem

O milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] é uma gramínea anual; pertence à família Poaceae (Gramineae), subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, subtribo Panicinae. Planta conhecida popularmente por pasto italiano ou milheto, é originária da África Ocidental região caracterizada pelo clima tropical (BRUNKEN, 1977), embora, haja evidências paleontológicas, as quais indicam que foi cultivada na Índia desde 1000 a 1200 anos antes de Cristo (HUTCHINSON, 1974). Segundo Araújo (1978), foi introduzida no Brasil, na região do Rio Grande do Sul, em 1929.

O milheto é do gênero *Pennisetum*, que comporta mais de 140 espécies. A denominação científica mais adequada para o milheto é *Pennisetum glaucum* L.. Essa espécie é conhecida e plantada comumente no Brasil, por possuir características agronômicas vantajosas de tolerância ao déficit hídrico prolongado, desenvolvimento rápido e boa produção de massa verde e de grãos (DURÃES; MAGALHÃES; SANTOS, 2003).

2.2 Adaptação

O milheto é uma cultura de fácil adaptação, sobretudo às condições edafoclimáticas do Cerrado. Silva *et al.* (2010) ressaltam que cerca de um milhão de hectares são plantados com milheto no Cerrado, anualmente.

Essa forrageira requer poucos insumos, possui adaptação a vários tipos de solos, podendo ser cultivada em solos arenosos, argilo-arenosos (francos) bem drenados e de baixa fertilidade. Isso se deve à sua capacidade de extração de nutrientes e água, em virtude do seu sistema radicular vigoroso e profundo (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003). Streit (2009) também enfatiza a sua boa adaptação a solos de baixa fertilidade, principalmente com baixo nível de fósforo, níveis relativamente altos de alumínio tóxico e deficiência de molibdênio, e altas temperaturas, embora possua ótima

resposta de produtividade em solo de média a boa fertilidade (KICHEL; MIRANDA, 2000).

Braz *et al.* (2004) admitem que se trata de gramínea rústica, com alta capacidade de tolerar a seca, com curto ciclo vegetativo, de aproximadamente 150 a 160 dias, o crescimento cespitoso e ereto. Entretanto sob pastejo, o milheto altera seu hábito de crescimento, tornando-se prostrado; para isso, desenvolve gemas laterais, gerando perfilhos basilares e avança lateralmente sobre o terreno (PAULINO, 2003).

O milheto responde à variação do fotoperíodo. Algumas cultivares são consideradas plantas de dia curto. Segundo Martins Netto e Bonamigo (2005), o milheto é bastante sensível ao fotoperíodo de dias curtos, o que ocorre no fim do verão e início do outono. Com a redução do comprimento dos dias, há indução floral e as plantas de milheto entram na fase reprodutiva. O milheto pode ser cultivado em áreas tropicais áridas e semiáridas, em condições adversas com altas temperaturas, baixa precipitação pluvial e solos rasos ou arenosos (STREIT, 2009), podendo-se, assim, adaptar bem às condições inerentes ao Norte de Minas Gerais.

É uma forrageira resistente a períodos prolongados de déficit hídrico, sendo considerada uma excelente opção tanto no período de transição final das águas para início da seca, em que reduz a disponibilidade de forragem, quanto no verão, em que apresenta alta produção de matéria seca de alta qualidade (PAULINO, 2003).

2.3 Semeadura

O milheto é usualmente semeado no período de fevereiro a abril no período de entressafra, após a colheita da soja ou milho, aproveitando a umidade residual das últimas precipitações de verão, ou no final de setembro, previamente à cultura da soja quando as precipitações são antecipadas. Também pode ser utilizado para a implantação e a recuperação de pastagens, antecipando o início de pastejo, sobretudo em consórcio com outras forrageiras como *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*

(KICHEL; MIRANDA, 2000). Essa forrageira surge como alternativa para o período seco do ano, que compreende o outono e inverno, safrinha, ofertando ao produtor uma opção para auxiliar no planejamento nutricional dos animais na propriedade.

O plantio de milho é realizado em linha ou a lanço, mas em ambos se faz necessário estabelecer a época e a densidade de plantio, a quantidade de sementes, o espaçamento, o sistema de semeadura, a profundidade de plantio, dentre outros aspectos, como manejo de plantas daninhas, de pragas e doenças, e da fertilidade do solo (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

Sousa e Lobato (2004) recomendam para o milho, quando necessário, proceder à calagem, aplicando calcário para elevar a saturação por bases a 50% em sistemas de sequeiro e 60% para sistemas irrigados. Deve-se utilizar o calcário de modo a complementar o teor do magnésio no solo para valores entre 0,5 e 1,0 cmolc.dm⁻³. Esses autores, considerando a estimativa de produtividade do milho 2 a 3 t ha⁻¹ de grãos, indicam a seguinte recomendação de adubação de plantio: 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. As doses de N a aplicar, em cobertura, em função de expectativa de rendimento da cultura de 2 e 3 t ha⁻¹, serão de 40 e 60 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (SOUSA; LOBATO, 2004).

2.4 Produção

O milho destaca-se como o sexto cereal mais produzido no mundo, cerca de 154 milhões de toneladas, sendo muito utilizado na África, na Ásia e na América do Norte na alimentação humana e animal (FAO, 2005).

Ressalta-se a grande diversidade de aplicações da cultura como forrageira, produção de grãos, cobertura do solo, feno e silagem.

É uma forrageira potencialmente viável nos Estados Unidos, na Austrália, na África e na Índia. No Brasil, o milho é cultivado como forragem para pastejo ou corte, na pecuária de corte ou de leite. Por apresentar alto potencial de produção de forragem com alta qualidade em um período curto, no qual pode suportar pesadas cargas animais, o milho é comumente cultivado em sistemas de confinamento intensivo (MOOJEN *et al.*, 1999).

Bons índices produtivos do milheto podem ser alcançados, quando plantado no espaçamento de até 0,5 m entre linhas. A altura de corte deve ser considerada em torno de 15-20 cm do solo, pois as plantas apresentam reserva satisfatória para suprir os requisitos em carboidratos solúveis para permitir melhor rebrota. A entrada dos animais é indicada quando a altura das plantas estiver aproximadamente 50 a 70 cm, que ocorre após 40 a 60 dias da semeadura (PAULINO, 2003).

É uma excelente alternativa para a produção de silagem, principalmente em regiões tropicais com problemas de veranico ou seca, sendo uma opção na substituição do milho ou do sorgo, com boa produtividade e qualidade quando cultivado em entressafra ou tardiamente (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2005).

Os grãos de milheto também se constituem fonte alimentar humana em ampla área da África e da Índia (GERALDO *et al.*, 2000). Nas regiões do Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil, os grãos de milheto são bastante utilizados, proporcionando potencial para uso em rações de aves, suínos e bovinos (GERALDO *et al.*, 2000), principalmente pelo seu alto valor proteico, superior ao do sorgo e o do milho (PEREIRA FILHO, 2003). Moreira *et al.* (2007) preconizam a substituição parcial do milho pelo milheto como fonte energética na alimentação de suínos. Pinheiro *et al.* (2003) verificaram tecnicamente que é possível substituir o milho moído em até 100% pelo milheto moído de forma isométrica, em rações de suínos em crescimento, dos 30 aos 60 quilograma de peso vivo. Além disso, o milheto proporciona um menor custo por quilograma de ração para suínos produzido quando comparado à ração à base de milho e farelo de soja (MOREIRA *et al.*, 2007).

O milheto caracteriza-se, também, como uma das melhores alternativas de cobertura de solos em áreas de plantio direto na entressafra de verão na região centro-oeste do Brasil e apresenta grande utilização em sistemas de integração agricultura-pecuária, assim como na região do Cerrado (CARPIM *et al.*, 2008; PAULINO, 2003). É uma das principais espécies utilizadas para cobertura do solo, devido à elevada tolerância ao déficit hídrico, ao alto acúmulo de massa e macronutrientes e ao baixo custo de sementes (BRAZ *et al.*, 2004; GERALDO *et al.*, 2000).

Cabe ressaltar a elevada relação C:N do milheto, o que favorece a decomposição lenta de seus resíduos, contribuindo para a melhor cobertura do solo (CABEZAS LARA *et al.*, 2004). Em conformidade com Sobrinho *et al.* (2008), é considerada boa adubação verde, por permitir uma maior reciclagem de nutrientes, qualidade de matéria orgânica, atividade biológica do solo, agregação do solo, infiltração e armazenamento de água, redução da compactação e erosão do solo.

Além disso, possui alta capacidade em ciclar nutrientes de camadas mais profundas do solo, contribui com a nutrição mineral da cultura em sucessão (CARPIM *et al.*, 2008; PEREIRA FILHO *et al.*, 2005). Estudo realizado por Braz *et al.* (2004) demonstra que o milheto foi a gramínea que mais acumulou nutriente (N e K) e as menores acumulações foram de P no limbo foliar durante um menor tempo, precedido pelos capins Mombaça e braquiária. Em relação aos micronutrientes, o ferro foi o nutriente com maior acúmulo no limbo foliar nas três gramíneas.

2.5 Características nutricionais

O conhecimento dos aspectos nutricionais, tais como teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e o teor de fibra em detergente neutro (FDN), é considerado parâmetro relevante para a avaliação da qualidade das forragens (SEIFFERT, 1984). Segundo Aguiar *et al.* (2006), a composição mineral das forrageiras pode ser influenciado pelo estágio de desenvolvimento e dos órgãos da planta, da época do ano, diferenças entre espécies e variedades e da fertilidade do solo e adubação empregada.

O milheto se destaca como forrageira indicada ao processo de ensilagem, devido às suas elevadas produções de fitomassa e às boas qualidades nutricionais. Em relação ao seu alto valor nutritivo, o milheto, quando em pastejo, apresenta valores médios de proteína bruta de 8-10% e de nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados por equações do NRC (2001), por volta de 60-65%, boa palatabilidade e digestibilidade (60% e 78% respectivamente), sendo uma forrageira atóxica aos animais em qualquer estágio vegetativo, isenta de fatores antinutricionais, como cianogênicos, o

que o caracteriza como um material de alta qualidade para bovinos em pastejo (KICHEL; MIRANDA, 2000, PAULINO, 2003). Proporciona, ainda, bom potencial produtivo, podendo alcançar até 60 toneladas de massa verde e 20 toneladas de matéria seca por hectare, quando cultivado no início da primavera (KICHEL; MIRANDA, 2000).

Cóser e Maraschin (1983), citados por Martins, Restle e Barreto. (2000), comparando sorgo e milho, adubados com 60 kg ha^{-1} de N, verificaram que o maior ganho de peso médio diário dos bovinos entre 12 e 15 meses de idade foi com milho, obtendo 479 e 401 kg de peso vivo ha^{-1} , para milho e sorgo, respectivamente. A forragem de milho apresentou uma distribuição mais uniforme da qualidade durante o período de florescimento, principalmente no outono, atribuindo, assim, um valor biológico mais elevado.

Frizzo Filho (2004), citado por Kollet, Diogo e Leite (2006), em estudo desenvolvido em Brasília-DF, com a forrageira milho, avaliando três diferentes idades de corte (40, 50 e 60 dias), observou maiores produtividades nos cortes mais tardios, com 10.148 e 12.243 kg ha^{-1} de matéria seca aos 50 e 60 dias após o plantio, respectivamente. Kollet, Diogo e Leite (2006) verificaram produtividade de 3.247 kg de matéria seca por hectare de milho variedade BN-2 e recomendaram a idade mais adequada para o corte aos 49 dias, já que, nesse estágio de desenvolvimento, o acúmulo de forragem foi proporcionalmente maior que a redução na qualidade. Os teores (%) de PB, FDN e FDA para a variedade BN-2 encontrados nesse estudo para essa melhor idade de corte (49 dias) foram: 13,32% PB; 61,69% FDN e 34,43% FDA.

Em condições normais de precipitação, a fertilidade do solo é um dos fatores mais limitantes para a produtividade das gramíneas. O solo, quando bem manejado, favorece um bom desenvolvimento e qualidade nutricional das plantas (BRAZ *et al.*, 2004; MARTINS; RESTLE; BARRETO, 2000). Nesse sentido, Guideli, Favoretto e Malheiros (2000) e Mesquita e Pinto (2000) relatam que doses crescentes de N correlacionaram positivamente com o rendimento de matéria seca, de PB, número de perfilhos totais e teor de magnésio na MS do milho. Ressaltam que o milho pode ser incluído

na dieta dos animais, devido ao bom nível proteico, 7,18% PB, em média, e boa produção de MS, 7.968 kg ha⁻¹, em média, verificando-se, porém, a necessidade de suplementação com fósforo, devido ao baixo teor nessa forragem (GUIDELI; FAVORETTO; MALHEIROS, 2000; MESQUITA; PINTO, 2000).

Em estudo, Guimarães Júnior *et al.* (2005) encontraram valores médios de proteína bruta de 10,95%, em três genótipos de *Pennisetum glaucum* (l). r. br. (CMS-1, BRS-1501 e BN-2). Os valores médios de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina encontrados no material original do milho foram, respectivamente, de 60,70; 33,58; 29,25; 27,1 e 4,3%. Assim é importante definir o potencial produtivo e a composição bromatológica da forrageira a ser ensilada, para que se tenha uma silagem com qualidade e em condições de atender à demanda nutricional dos animais.

Entre os nutrientes que colaboram para aumentar a produção e a qualidade das gramíneas, o N é o mais essencial. O N adicionado ao solo proporciona uma resposta linear no rendimento de matéria seca e teor de proteína bruta na cultura de milho. Desse modo, maiores doses de N permitem aumentar a carga animal em pastagens de milho (MARTINS; RESTLE, BARRETO, 2000; MESQUITA; PINTO, 2000).

3 ASPECTOS GERAIS E ADUBAÇÃO DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae, é uma gramínea tropical anual, originária da América Central e cultivada em todo o Brasil, apresentando ciclo bem variado de 110 a 180 dias da sementeira até a colheita, conforme a cultivar (BASI *et al.*, 2011). O milho caracteriza-se como um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo para uso múltiplo, na fabricação de vários produtos na alimentação humana e animal (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

A silagem de milho é o alimento volumoso mais utilizado no Brasil durante todo ano. Estima-se uma área de cultivo de 1,2 milhões de hectares. Na região Sudeste estima-se produtividade média de matéria verde de híbridos de milho para silagem de 38,18 t ha⁻¹ (OLIVEIRA *et al.* 2010).

Bergamaschi *et al.* (2004) admitem que o milho, planta C4, possui elevado potencial produtivo, sendo que a maioria da matéria seca da planta é proveniente da fixação dos elementos atmosféricos pela fotossíntese, e sua fitomassa tem sua composição por nutrientes extraídos do solo. Assim, é uma cultura muito eficiente na conversão de energia fotossintética para a produção de biomassa (UENO *et al.*, 2011).

Quando essa cultura é utilizada para a produção de forragem e/ou silagem, exporta grandes quantidades de nutrientes do solo em relação à colheita de grãos, não permitindo o retorno de parte de nutrientes ao solo pelos restos culturais da lavoura, o que acarretará prejuízos ao balanço de nutrientes, depauperando o solo e reduzindo a produtividade e qualidade da silagem, principalmente em cultivos sucessivos (UENO *et al.*, 2011).

Com objetivo de aumentar a produtividade do milho e atingir uma boa qualidade de silagem, deve-se ter cuidado em todo o processo de ensilagem, sendo que um dos principais cuidados que se deve considerar no manejo da cultura se refere à adubação (BASI *et al.*, 2011). O milho necessita do fornecimento apropriado de nutrientes para promover excelente crescimento, desenvolvimento da cultura e altas produtividades (SOARES, 2003).

Nesse sentido, Pöttker e Wiethölter (2004) verificaram que a adubação nitrogenada eleva o rendimento do milho até 5%, em sistema de sementeira

direta. Collier *et al.* (2006) evidenciam que a cultura responde bem à adubação nitrogenada, a produtividade de grãos de milho foi aumentada quando adubada em níveis crescentes de nitrogênio sob os resíduos de feijão-de-porco. Basi *et al.* (2011) sustentam que a adubação nitrogenada influencia a qualidade dos grãos, desempenha um papel fundamental na formação e na composição desse componente da planta, além de propiciar o aumento da produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho.

Segundo Prado, Fernandes e Roque (2001), o milho requer também adubação fosfatada, para garantir a produtividade máxima econômica, por ser planta de intenso desenvolvimento, de ciclo curto, além do que, quando cultivado nos solos ácidos do cerrado, onde há baixa disponibilidade de fósforo, faz-se necessário um manejo adequado da adubação fosfatada.

Uma das alternativas técnicas relacionadas à adubação orgânica é a utilização de biofertilizante na agricultura, como o biofertilizante suíno, fonte de vasta gama de nutrientes, que visa à maior sustentabilidade da produção de forrageiras, além de melhorar propriedades físicas, como estrutura e aeração do solo e características biológicas, promovendo maior atividade microbiana e aumentando o teor de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo. Consiste ainda numa estratégia para se dar um destino final a esses resíduos orgânicos que vêm sendo acumulados nas propriedades (FREITAS *et al.*, 2004; SCHERER; BALDISSERA; NESI, 2007; SCHERER; NESI; MASSOTTI, 2010).

Konzen e Alvarenga (2007) fertilizaram um Latossolo Vermelho Amarelo com esterco líquido suíno e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho e não verificaram diferenças significativas na produtividade do milho em relação a adubações mineral e orgânica. Desse modo, a eficiência das adubações foi igual estatisticamente em produtividade do milho, atingindo a produção de 7.000 a 8.000 kg ha⁻¹.

Ceretta *et al.* (2005) verificaram resultados positivos nas produtividades do milho com adubação de dejetos suínos de forma líquida, que promoveu acréscimos nas produtividades de matéria seca do milho de forma quadrática, no primeiro ano e linear, no segundo ano. Esses autores

evidenciam, ainda, que a quantidade de nitrogênio presente nos dejetos suínos apresenta-se duas a sete vezes maior que o fósforo contido nesse adubo. Desse modo, os dejetos de suínos quando aplicados inadequadamente atribuem um potencial poluidor ambiental; se utilizados de forma racional, é uma alternativa viável para a adubação de forrageiras (MEDEIROS *et al.*, 2007). Faz-se necessário o manejo e o tratamento adequado dos dejetos suínos, visando à sua utilização na fertilização agronômica e no destino final apropriado.

Em relação ao desempenho do milho para a produção de silagem e grãos nos diferentes manejos de adubação, Castoldi *et al.* (2011) constataram que a adubação mineral foi superior às adubações orgânica e organomineral e essas foram similares estatisticamente, sendo que a menor produtividade se deve ao tempo reduzido de instalação dos sistemas, além do que os adubos orgânicos possuem menor solubilidade, tornando os nutrientes disponíveis de maneira gradativa, proporcionando melhorias nas propriedades do solo, de forma gradual.

4 DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS

Os dejetos de suínos são provenientes da mistura de fezes, de urina, de resíduo da lavagem das baias, de restos de rações, de pó e de pelos dos animais.

É fundamental ter conhecimento do volume e da composição química dos dejetos para estabelecer um sistema de manejo adequado, armazenagem, tratamento, distribuição e utilização, visando ao controle da poluição e à valorização agrônômica do dejetos. Estima-se em 2,97 milhões de m^{-3} a produção diária de dejetos de suínos no Brasil. Durante o processo de criação de suínos no sistema de manejo líquido, ou seja, que utilizam água para limpeza das baias, gera-se, aproximadamente, 140-170 L dia^{-1} de dejetos por fêmea no plantel; para a produção de leitões, o volume de dejetos por matriz no plantel é, em torno, de 35-40 L dia^{-1} , e a produção diária na fase de terminação (leitões de 25 a 110 kg) varia de 12-15 L $suíno^{-1}$ (MENEZES *et al.*, 2003).

A maioria dos solos do Brasil é desprovida de matéria orgânica. Os dejetos de suínos podem ser reutilizados como adubo orgânico, promovendo a recuperação do solo, melhorias das propriedades físicas, químicas e biológicas, o que possibilita o seu aproveitamento na agricultura como fonte de nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e à produção das plantas.

A matéria orgânica exerce função peculiar na correção do pH do solo, causa efeitos sobre a fertilidade do solo, além de apresentar efeitos redutores da poluição do solo, causada pelo uso excessivo ou desbalanceado de fertilizantes minerais (FORTES NETO; FERNANDES; JAHNEL, 2007). De acordo com Rodrigues *et al.* (2012), é uma fonte de energia para microrganismos úteis, proporciona melhorias na estrutura e no arejamento, no armazenamento da umidade, regulador da temperatura do solo, retarda a fixação do fósforo, aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) e protege contra lixiviação.

Esses dejetos são caracterizados por serem um resíduo que contém teores elevados de matéria orgânica e nutrientes, principalmente nitrogênio e

fósforo (SCHERER; NESI; MASSOTTI, 2010). Konzen e Alvarenga (2007) demonstraram valores médios da composição dos dejetos de suínos, sem separação de sólidos, apresentando pH entre 7,2 a 7,8; 1,3 a 2,5 % MS; 1,6 a 2,5 kg m⁻³ de N; 1,2 a 2,0 kg m⁻³ de P₂O₅; 1,0 a 1,4 kg m⁻³ de K₂O, embora evidenciem que há grande variabilidade dos dejetos de suínos.

Vale ressaltar que esses nutrientes em altas doses, quando lançadas diretamente no meio ambiente, tornam-se agentes poluidores, implicando em prejuízos econômicos diretos aos agricultores, podendo ocasionar restrição das atividades agropecuárias, em função dos desequilíbrios químicos causados ao solo; queda na produtividade; intoxicação de animais e plantas, bem como redução da qualidade dos produtos obtidos pelo excesso de metais pesados acumulados ou pela desproporção entre partes vegetativas e reprodutivas ou de reservas pelo excesso de nitrogênio no solo (SEGANFREDO, 1999).

Segundo as legislações ambientais atuais, estabelecidas na Instrução Normativa 11 (FATMA, 2004), os resíduos destinados à adubação orgânica devem permanecer armazenados em esterqueiras por um período mínimo de 120 dias, para que, após esse tempo de retenção, estejam estabilizados e capazes para o uso em lavouras e pastagens como biofertilizante.

A adubação com esterco líquido de suínos representa uma contribuição de fósforo contínuo no solo. Exceto o potássio, os nutrientes nos esterco estão numa forma insolúvel em água, misturados com compostos orgânicos de natureza variada. Já o potássio se encontra no esterco totalmente na forma solúvel e se torna disponível às plantas logo após a sua aplicação, com efeito residual muito curto. Parte do N nos dejetos de suínos é encontrada na forma amoniacal, ou seja, prontamente disponível pelas plantas (DURIGON *et al.*, 2002). Dessa forma, atualmente no Brasil, vários autores e instituições de pesquisa estão aprofundando os seus estudos na questão da reciclagem dos dejetos de suínos em fertilizantes orgânicos.

Durigon *et al.* (2002) avaliaram a eficiência e a frequência de utilização de esterco líquido de suínos na produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes em pastagem natural. Nesse trabalho, a dose de 20 m³ ha⁻¹ apresentou-se mais eficiente para o suprimento de nutrientes às plantas,

embora a quantidade de fósforo absorvido fosse muito baixa em relação à quantidade aplicada por meio do esterco.

Scherer, Nesi, Massotti (2010) avaliaram o efeito do uso prolongado de dejetos de suínos como fertilizante sobre os atributos químicos do solo, em áreas com culturas anuais sob plantio direto na região oeste de Santa Catarina. Segundo esses autores, os teores de matéria orgânica e de nutrientes dos solos não foram alterados pelas sucessivas aplicações de dejetos de suínos. Contudo houve uma movimentação de fósforo até as camadas mais profundas, indicando maior potencial de lixiviação do elemento nesses solos. Também constataram um grande acúmulo de nutrientes na camada superficial dos solos (0–5 cm), evidenciando maior potencial de poluição ambiental por escoamento superficial do que as áreas com adubação mineral.

Seidel *et al.* (2010) verificaram que o uso dos dejetos de suínos como adubação de base foi estatisticamente igual na produção de grãos de milho, quando comparada com a adubação mineral (NPK), comprovando a sua eficiência na produtividade da cultura do milho em sistema de plantio direto, sendo, portanto, uma opção viável para o produtor. Entretanto os tratamentos que receberam ureia em cobertura foram superiores aos tratamentos que receberam dejetos de suínos em cobertura, exceto quando usado $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, sugerindo o potencial do uso do dejetos de suíno como fertilizante.

5 FERTILIZANTES LÍQUIDOS ORGÂNICOS NA AGRICULTURA

A agricultura orgânica é concebida por Berova e Karanatsidis (2008) como um sistema de manutenção da fertilidade natural do solo, diversidade biológica de espécies e o equilíbrio ecológico do ambiente. Esse modelo de produção orgânica dispensa o uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores de crescimento e aditivos alimentares para os animais, visando à obtenção de condições ótimas para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Assim, a produção orgânica deve ser tanto sustentável quanto produtiva, buscando manter a fertilidade e a vida microbiana do solo, para prover a nutrição das plantas e a sua sanidade.

Desse modo, tem sido crescente a busca por técnicas alternativas, tais como: alternâncias de semeadura, aplicação de esterco e adubação verde, rochas moídas, manejo e controle biológico, medidas que representem redução de custos financeiros e ambientais e, por outro lado proporcionem melhor proteção à saúde de produtores e de consumidores.

De modo geral, a adubação orgânica apresenta diversidade de vantagens, como o aumento da matéria orgânica do solo, melhoria na estrutura e atividade microbiana do solo, aumenta a capacidade de retenção de água para as plantas, além de complexar ou solubilizar alguns metais tóxicos ou essenciais às plantas (SILVA, 2008).

Um das alternativas técnicas relacionadas à adubação orgânica é a utilização de biofertilizantes (BEROVA; KARANATSIDIS, 2008).

A utilização de fertilizantes fluidos na agricultura é uma prática bastante antiga, adotando-se quase que totalmente os resíduos naturais derivados de excrementos animais e da decomposição orgânica, a partir de dejetos de animais, água de esgoto e outros materiais fermentescíveis, os quais misturados, após um mês de armazenamento, podem ser aplicados na forma líquida para a fertilização das lavouras (ARAÚJO, 2007).

Os dejetos dos animais têm gerado preocupação com relação aos danos ambientais, proporcionando a busca de alternativas que possibilitem a utilização mais eficiente do resíduo, resgatando técnicas remotas de produção de fertilizantes. Por meio do processo de tratamento desses

resíduos de animais, pode-se obter fertilizantes orgânicos e promover a sua valorização na agricultura.

A capacidade de estabilizar a matéria orgânica carbonácea e produzir energia, na forma de biogás e biofertilizante, é uma característica vantajosa da digestão anaeróbia, que tem alcançado destaque na cadeia produtiva agrícola. Para isso, utiliza-se o biodigestor, que é constituído essencialmente, por uma câmara fechada, onde a biomassa é fermentada anaerobiamente, ocorrendo o processo de estabilização da matéria orgânica no resíduo, por meio de microrganismos anaeróbios (COLEN, 2003).

O biogás liberado pelo processo de fermentação anaeróbia do dejetos possui alto poder energético e composição variada, dependendo do tipo de biomassa utilizada. Esse produto apresenta uma diversidade de aplicações, tais como: cozimento, iluminação, geração de energia elétrica, etc. (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

Assim, além do gás produzido no biodigestor, obtém-se o efluente, produto que resulta da fermentação anaeróbia da matéria orgânica, por microrganismos que vivem na ausência de oxigênio, por um determinado período de tempo, resultando no biofertilizante. O termo biofertilizante é, assim, concebido no art. 2º, inciso VI, da Lei 6.894 com alterações, regulamentada pelo Decreto nº 4.954, de 2004 (BRASIL, 2004),

[...] produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou partes das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante (BRASIL, 1980; 2004, p. 1).

Apresenta uma excelente alternativa como adubo, seja puro ou na formação de compostagens (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002). Oferece na sua composição macro e micronutrientes de plantas, comparáveis a algumas formulações químicas convencionais, que se limitam ao aporte de macronutrientes.

Os biofertilizantes são ricos em enzimas, em antibióticos, em vitaminas, em toxinas, em fenóis, em ésteres e em ácidos, inclusive de ação fito-hormonal. Sabe-se que possuem importante ação nutricional. Além disso,

Santos (2002) destaca a ação indutora de resistência e apresenta, ainda, atributos fungicidas, bacteriostáticas, repelentes, inseticidas e acaricidas sobre diversos organismos alvos.

No sistema agrícola atual, incide um alto custo de produção, sobretudo pelo uso de fertilizantes minerais (cerca de 40% dos custos). Nesse sentido, a utilização de biofertilizante suíno é uma alternativa viável, visto que a agricultura busca o aumento da produtividade e a redução de custos (SEIDEL *et al.*, 2010). O emprego de insumos de origem orgânica, como biofertilizante, no fornecimento de nutrientes pode vir a ser uma técnica acessível, permitindo buscar propostas agroecológicas (MENEZES JUNIOR; MARTINS; FERNANDES, 2004).

Diante das informações levantadas, obtêm-se dados importantes, que auxiliam na destinação sustentável dos dejetos da produção de suínos como biofertilizante, visando à substituição de fontes convencionais de energia. Nesse caso, o adubo mineral, por formas alternativas, busca o aumento da produção de forrageiras de qualidade e, sobretudo, conservação ambiental e sustentabilidade.

CAPÍTULO 2 - PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO MILHETO E MILHO FORRAGEIRO ADUBADOS COM DOSES DE FÓSFORO, VIA BIOFERTILIZANTE SUÍNO E FERTILIZANTE QUÍMICO, EM PERÍODO SECO, NO NORTE DE MINAS GERAIS

RESUMO

A utilização de biofertilizante na agricultura é uma das medidas que visa a minimizar custos e tornar eficientes os sistemas de produção, atuando como fontes de nutrientes alternativas para o produtor. Possibilita melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e maximiza a produtividade das culturas. A presente pesquisa objetivou avaliar a produção e teores foliares de nutrientes do milheto e milho forrageiro adubados com diferentes doses de biofertilizante suíno e adubo mineral, no norte de Minas Gerais. Os experimentos foram conduzidos em um Latossolo Vermelho, simultaneamente implantado no período de junho a setembro de 2011. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: doses de biofertilizante suíno para fornecer 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e um tratamento adicional com adubo mineral (571,4 kg ha⁻¹ formulação 4-14-8). As características morfológicas do milho não foram afetadas pelos tratamentos, entretanto a altura, o número e o tamanho de panículas do milheto foram influenciados. A produção de massa fresca do milheto foi superior, quando adubado com a adubação mineral e maiores doses de biofertilizante suíno, já a massa seca foi superior, com a maior dose diferindo-se da adubação mineral. O biofertilizante suíno, na dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionou produtividades superiores para matéria fresca e seca do milho em relação à adubação mineral, e atende às exigências nutricionais das culturas, apresentando nessa dose, maiores teores foliares de nutrientes.

Palavras-Chave: Nutrição mineral. *Zea mays*. Produção. *Pennisetum glaucum*. Fertilizante orgânico.

**CHAPTER 2 - THE PRODUCTIVITY AND NUTRITION OF THE MILLET
AND FORAGE MAIZE FERTILIZED WITH DOSES OF PHOSPHORUS
THROUGH SWINE BIOFERTILIZER AND CHEMICAL FERTILIZER, IN DRY
PERIOD, IN THE NORTH OF MINAS**

ABSTRACT

The use of biofertilizer in agriculture is one of the measures which aim at minimizing costs and make efficient production systems acting as alternative nutrient sources for the producer. It provides improvement of the chemical, physical and biological soil properties and maximize crop productivity. The present research aimed to evaluate the production and leaf nutrient contents of millet and forage maize fertilized with different doses of swine biofertilizer and mineral fertilizer in the North of Minas Gerais. The experiments were conducted on an Oxisol simultaneously deployed from June to September 2011. It was used a randomized block design with four replications and six treatments: doses of swine biofertilizer to provide 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ P₂O₅, and additional treatment with mineral fertilizer (571.4 kg ha⁻¹ formulation 4-14-8). The morphological characteristics of maize were not affected by treatments; however, the height, the number and the size of millet panicles were influenced. The fresh mass production of millet were higher, when fertilized with mineral fertilizers and higher doses of swine biofertilizer, already dry mass was greater with the higher dose of mineral fertilizer differed. The swine biofertilizer at a dose of 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ gave higher yields for fresh and dry matter of maize compared to mineral fertilizer, and attends the nutritional requirements of the crops showing in this dose higher leaf nutrient contents.

Keywords: Mineral nutrition. *Zea mays*. Production. *Pennisetum glaucum*. Organic fertilizer.

1 INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma forrageira tropical anual de destaque nos últimos anos, na pecuária brasileira de corte ou de leite. Proporciona proteína animal, com qualidade e custos menores e permite fornecer massa seca de qualidade no período mais seco do ano.

Nos Cerrados brasileiros, anualmente, são plantados com milheto cerca de um milhão de hectares (SILVA *et al.*, 2010), sendo que essa forrageira possui boa adaptação a regiões tropicais áridas e semiáridas, em condições adversas de déficit hídrico, altas temperaturas e solos com baixa fertilidade natural (MARCANTE; SILVA; PAREDES JÚNIOR, 2011).

A região norte de Minas Gerais apresenta alta incidência de luz, durante a maior parte do ano e altas temperaturas, que favorecem o cultivo de culturas tropicais (CHAVES *et al.*, 2010). Em função dessas características, o milheto apresenta-se como uma alternativa para a alimentação animal, apesar de ser uma espécie pouco estudada na região, principalmente, quanto à produção e aos aspectos qualitativos do milheto, quando manejado com fertilização orgânica.

O milheto apresenta versatilidade de usos, como forrageira produtiva, excelente qualidade de silagem, boa cobertura de solo (BELLON *et al.*, 2009; BRAZ *et al.*, 2004; CARPIM *et al.*, 2008; PEREIRA FILHO *et al.*, 2003) e produção de grãos com elevado valor nutritivo, que pode substituir, parcial ou totalmente, o milho na alimentação de suínos (BASTOS *et al.*, 2006). É uma forrageira com alta capacidade de rebrota e alto potencial produtivo, atingindo 60 t ha⁻¹ de massa verde e 20 t ha⁻¹ de matéria seca, quando cultivado no início de setembro a outubro (CHAVES *et al.*, 2010).

Alburqueque *et al.* (2010) destacam o alto valor nutritivo e as produtividades do milheto para a silagem no período de safrinha. Buso *et al.* (2011) admitem que a sua silagem pode ser ofertada aos animais durante o período seco, em que a produção de forrageira é baixa.

A matéria verde do milheto, mesmo extraindo-se as panículas, que são a parte de maior valor nutricional da planta, é uma fonte interessante de alimento para o rebanho, principalmente no período de outono/inverno

(MESQUITA; PINTO, 2000). Esses autores obtiveram maiores produções de matéria seca e proteína bruta quando as plantas foram cultivadas no espaçamento de 0,40 m e com 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Embora o milho seja uma cultura adaptada a solos de baixa fertilidade, responde bem as adubações. Segundo Heringer e Moojen (2002), a resposta da matéria seca do milho é quadrática aos níveis de nitrogênio. O suprimento adequado de nutrientes é fundamental para a obtenção de produtividades econômicas das culturas, sendo, desse modo, imprescindível a busca pela eficiência no uso dos fertilizantes.

O milho (*Zea mays* L.) é, também, gramínea tropical anual, cultivado, em todo o Brasil, originária da América Central, sendo um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo para a alimentação humana e animal (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Quando utilizada para a produção de forragem e/ou silagem, exporta grandes quantidades de nutrientes do solo em relação à colheita de grãos, ocasionando prejuízos ao balanço de nutrientes; depaupera o solo e reduz a produtividade e a qualidade da silagem, principalmente em cultivos sucessivos (UENO *et al.*, 2011).

Soares (2003) enfatiza que o fornecimento apropriado de nutrientes ao milho é necessário para promover excelente crescimento, desenvolvimento da cultura e altas produtividades. Nesse sentido, Pöttker e Wiethölter (2004) verificaram que a adubação nitrogenada eleva o rendimento do milho em até 5%, em sistema de semeadura direta. Conforme Prado, Fernandes e Roque (2001), o milho requer, também, adubação fosfatada, para garantir a produtividade máxima econômica, por ser planta de intenso desenvolvimento, de ciclo curto, além do que, quando cultivado nos solos ácidos do cerrado, onde há baixa disponibilidade de fósforo, faz-se necessário um manejo adequado da adubação fosfatada.

Dessa forma, é importante a definição das exigências nutricionais das plantas e do aproveitamento de resíduos das atividades agrícolas da propriedade, buscando-se uma maior sustentabilidade da produção de forragens. Além disso, nos últimos anos, tem-se pesquisado fontes

alternativas de nutrientes, de modo a diminuir a dependência dos fertilizantes minerais.

Nesse contexto, o aproveitamento dos dejetos suínos como biofertilizante é uma alternativa para a sustentabilidade da produção de forrageiras, promove melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, devido aos seus elevados teores de matéria orgânica e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, podendo substituir, total ou parcialmente, os fertilizantes (ASSMAN *et al.*, 2007; SCHERER; NESI, MASSOTTI, 2010), além de ser ainda, uma estratégia para conferir um destino final a esses resíduos orgânicos (FREITAS *et al.*, 2004; SCHERER; BALDISSERA, NESI, 2007; SCHERER; NESI; MASSOTTI, 2010).

Essas melhorias aumentam as produtividades do milho, conforme Collier *et al.* (2006), e evidenciam que a cultura responde bem à adubação orgânica. Vários autores têm verificado resultados positivos nas produtividades do milho com adubação de biofertilizante suíno, demonstrando o potencial dessa fonte de nutrientes (CERETTA *et al.*, 2005 ; MEDEIROS *et al.*, 2007). Entretanto os dejetos de suínos, quando aplicados inadequadamente, atribuem um potencial poluidor ambiental. Ressalta-se que a dose recomendada seja baseada na análise química do solo, na composição do biofertilizante e na necessidade da cultura, visando a promover melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

Assim, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a produtividade, as características morfológicas e teores foliares de nutrientes do milho e milheto adubado com diferentes doses de biofertilizante suíno no norte de Minas Gerais, no período da seca.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), Campus Montes Claros - MG, localizado nas coordenadas 16°40'50,92" de latitude Sul, 43°50'22,36" de longitude Oeste, a 646,29 m de altitude. Foram simultaneamente implantados com a cultura do milho e outro, com o milho forrageiro, durante o período de 06 de junho a 24 de setembro de 2011, distanciados a quatro metros entre si. O clima local, segundo classificação de Köppen, é Aw, caracterizando-se por duas estações bem definidas: inverno seco, compreendida entre abril e outubro, e verão chuvoso, de novembro a março (ELÓI, 2001). Na TAB. 1, estão os valores médios dos dados meteorológicos da estação automática do ICA/UFMG durante o período experimental de seca na região.

TABELA 1

Valores máximos, mínimos e médios da temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e evapotranspiração potencial durante o experimento no ICA/UFMG, Montes Claros-MG, 2011

Mês	T máx. (°C)	T med. (°C)	T mín. (°C)	U.R (%)	Prec. (mm)	Eto (mm dia ⁻¹)
Jun/11	28,90	19,94	12,70	67,54	0	3,65
Jul/11	28,70	20,11	11,85	63,27	0	3,81
Ago/11	30,30	21,73	13,00	55,15	0	4,63
Set/11	31,25	22,93	13,80	50,29	0	5,29
Out/11	30,70	24,485	18,90	71,28	0,25	4,80

Fonte: DADOS METEOROLÓGICOS, 2011.

O solo da área experimental foi cultivado com cultura de sorgo forrageiro, um ano antes da implantação desta pesquisa, em que ficou em repouso. Foi realizada a amostragem do solo, com o auxílio de enxada, a profundidade de 0 a 20 cm, e realizaram-se as análises química e granulométrica do solo no Laboratório de Solos do ICA/UFMG em Montes

Claros – MG, segundo as metodologias descritas por Coelho *et al.* (2006). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo e apresenta os seguintes atributos químicos e físicos, determinados conforme Embrapa (1997): pH = 5,40; P = 3,17 mg dm⁻³; Ca = 4,20 cmolc dm⁻³; K = 201 mg dm⁻³; Mg = 1,30 cmolc dm⁻³; Al = 0,00 cmolc dm⁻³; H+Al = 2,32 cmolc dm⁻³; SB = 6,01 cmolc dm⁻³; t = 6,01 cmolc dm⁻³; m = 0,00 %; T = 8,33 cmolc dm⁻³; V = 72%; Mat. Org. = 3,71 dag kg⁻¹; Areia grossa = 4,20 dag kg⁻¹; Areia fina = 31,80 dag kg⁻¹; Silte = 20,00 dag kg⁻¹; Argila = 44,00 dag kg⁻¹.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos casualizados com seis tratamentos, correspondendo a cinco doses de fósforo, via biofertilizante suíno, mais um tratamento adicional com adubação mineral e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. As doses de biofertilizante suíno foram calculadas, de modo a fornecerem 0; 50; 100; 150; 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No tratamento adicional com adubo mineral, aplicaram 571,4 kg ha⁻¹ da fórmula: 4-14-8, N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, de acordo com a recomendação de Sousa e Lobato (2004), fornecendo as seguintes quantidades de nutrientes no solo para as culturas, conforme TAB. 2.

TABELA 2

Quantidades dos nutrientes por hectare fornecidas nas doses de biofertilizante suíno e na adubação mineral

Nutrientes (Kg ha ⁻¹)	Doses de biofertilizante suíno (Kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)					Adubação mineral
	0	50	100	150	200	80*
	Volume (L ha ⁻¹)					(kg ha ⁻¹)
-	0	14087,51	28169,01	42253,52	56338,03	571,4
N	0	64,00	128,00	192,00	256,00	49,86
P ₂ O ₅	0	50,01	100,02	150,03	200,04	79,99
K ₂ O	0	17,75	35,50	53,25	71,00	45,71
CaO	0	27,61	55,22	82,83	110,45	-
MgO	0	9,86	19,72	29,58	39,45	-
S	0	7,47	14,93	22,40	29,87	-
Fe	0	5,10	10,20	15,30	20,40	-
Mn	0	0,03	0,06	0,08	0,11	-
Zn	0	0,96	1,92	2,87	3,83	-
Cu	0	0,51	1,01	1,52	2,03	-
B	0	0,37	0,73	1,10	1,47	-

Fonte: SOUSA; LOBATO, 2004.

As doses de biofertilizante suíno foram calculadas com base na concentração de fósforo, uma vez que os teores desse nutriente e do nitrogênio foram semelhantes e principalmente para assegurar que as doses de fósforo recomendadas fossem aplicadas todas no plantio, devido ao fósforo se movimentar muito lentamente no solo.

Para ambos os experimentos, a área de cada parcela experimental foi de seis m² (dois metros de largura e três metros de comprimento), onde se cultivaram quatro linhas de plantas espaçadas de 0,5 m entre si. As plantas situadas no centro das duas fileiras centrais de cada parcela experimental, num comprimento de um metro, foram consideradas da parcela útil a ser avaliada, mantendo-se um metro de plantas, em torno, para a bordadura.

Cada parcela foi distanciada em um metro uma da outra, sendo a área experimental total de cada cultura aproximadamente 300 m², com distância entre os experimentos de quatro metros.

O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens e, em seguida, foi abertos os sulcos de plantio. As respectivas dosagens do biofertilizante suíno e do adubo mineral foram distribuídas uniformemente nos sulcos de plantio e incorporadas com o auxílio de uma enxada.

O biofertilizante utilizado nos experimentos foi produzido a partir da digestão anaeróbia de dejetos suínos, com tempo de retenção hidráulica de 40 dias, em um biodigestor de fluxo contínuo, modelo indiano, instalado próximo à área experimental de suinocultura da UFMG/ICA, com diluição dos dejetos da ordem de 8% de sólidos totais. O biofertilizante líquido de suíno foi coletado da lagoa de estabilização do biodigestor e analisado quimicamente, conforme Tedesco *et al.* (1995), apresentando a seguinte composição: pH = 7,5 ; N = 4,54 g L⁻¹; P₂O₅ = 3,55 g L⁻¹; K₂O = 1,26 g L⁻¹; CaO = 1,96 g L⁻¹; MgO = 0,70 g L⁻¹; S = 0,53 g L⁻¹; Zn = 0,068 g L⁻¹; Fe = 0,362 g L⁻¹; Mn = 0,002 g L⁻¹; Cu = 0,036 g L⁻¹; B = 0,026 g L⁻¹.

Nesta pesquisa, utilizou-se o milho híbrido forrageiro, DKB350YG, com finalidade silagem e plantio na época da safrinha e a variedade de milho ADR 500, por possuir maior potencial de produção de biomassa, resultado de seu melhoramento genético (BOER *et al.*, 2008). A semeadura do milho ADR500 foi realizada no dia 17 de junho de 2011, a do milho, no dia 06 de junho de 2011, ambos um dia após a adubação, sendo as sementes distribuídas manualmente nos sulcos de plantio. Dez dias após o plantio, foi realizado um desbaste, para o milho, mantendo-se 14 plantas por metro linear de sulco e, para o milho, ajustou-se a densidade da cultura para sete plantas por metro linear de sulco.

Durante o período experimental, foram realizados capinas manuais e irrigações, sempre que necessários, para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão convencional.

No tratamento adicional com adubo mineral, quando as plantas apresentaram oito folhas expandidas, foram realizadas quatro adubações de

cobertura com ureia, com 45% de N, quinzenalmente, aplicado manualmente em faixa, sem incorporação e irrigando, em seguida, totalizando 60 kg ha⁻¹ de N, conforme recomendado por Sousa e Lobato (2004) para a cultura do milho. Não houve ataque de pragas e doenças durante o ciclo das culturas, de modo que não houve a aplicação de qualquer defensivo agrícola.

Na época de surgimento da inflorescência feminina, foi colhida a quarta folha do milho abaixo da panícula e, no milho, coletou-se a folha abaixo da espiga, situada no terço central da planta, em dez plantas de cada unidade experimental. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e secas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, por 72 horas e, em seguida, determinaram-se os teores de macro e micronutrientes, conforme metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997).

Quando as culturas apresentaram o ponto de colheita para silagem (grãos no estágio pastoso-farináceo e matéria seca variando de 32 a 35%), com ciclo das culturas, totalizando em torno de 112 dias, separaram-se dez plantas situadas na parcela útil de cada cultura. No milho, foram avaliadas, quanto à altura das plantas (ALPL), ao diâmetro do colmo (DCOL), e ao número de perfilhos (NPER) e ao número de folhas por planta (NFOL), conforme Silva *et al.* (2010). No milho avaliou-se, ainda, o número de panículas (NPAN), que foi transformado por hectare e mensurou-se o tamanho de panículas (TPAN). Para o milho, avaliaram as mesmas características morfológicas, exceto número de perfilhos, número de panículas e tamanho de panículas.

Em seguida, todas as plantas da parcela útil das culturas foram cortadas rente ao solo e, determinada a produção de massa fresca total (MFTO). As plantas foram picadas em fragmentos de aproximadamente 2,0 cm, em ensiladeira estacionária elétrica, homogeneizada e amostra de aproximadamente 500 g do material de cada parcela, acondicionadas separadamente em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65°C até atingir peso constante, para a determinação da massa seca total (MSTO).

Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade e heterogeneidade, sendo as variáveis: número de perfilhos, de folhas, de

panículas e de espigas transformados para \sqrt{x} para a análise de variância. O tratamento adicional com adubo mineral foi comparado com cada uma das doses de fósforo fornecidas pelo biofertilizante suíno pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para as doses de fósforo fornecidas via biofertilizante suíno, foram ajustadas equações de regressão e, por meio dessas, foram estimados o valor máximo, a respectiva dose máxima e 90% da máxima para cada variável estudada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características morfológicas do milho, não houve diferenças significativas entre o tratamento adicional com adubação mineral e as doses de fósforo aplicadas via biofertilizante suíno, mostrando que as adubações não influenciaram a morfologia das plantas (TAB. 3). Também não houve diferenças significativas entre os tratamentos, para as variáveis diâmetro do colmo do milheto e número de folhas, em que os valores médios foram 9,80 mm e 7,62 folhas, respectivamente.

TABELA 3

A altura de planta (ALPL), diâmetro do colo (DCOL), número de folhas por planta (NFOL), número de perfilhos por planta (NPER), número de panículas por hectare (NPAN) e tamanho de panículas (TPAN) do milho e altura de planta (ALPL), diâmetro do colmo (DCOL), número de folhas por planta (NFOL) e número de espigas por hectare (NES) do milho, quando adubado com doses de fósforo na forma de biofertilizante suíno comparado à adubação mineral

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)					
	0	50	100	150	200	Adubo Mineral
Milheto						
ALPL (m)	0,57 b	0,77 b	0,94 a	0,97 a	0,99 a	1,26 a
DCOL (mm)	9,20 a	8,50 a	9,70 a	10,08 a	10,78 a	10,82 a
NFOL	7,15 a	7,10 a	7,80 a	7,90 a	8,15 a	7,40 a
NPER	1,54 b	1,84 b	1,83 b	1,58 b	1,64 b	3,07 a
NPAN	9.200 b	10.100 b	12.400 b	11.900 b	13.400 a	8.900 b
TPAN (m)	0,06 b	0,12 a	0,16 a	0,17 a	0,17 a	0,12 a
Milho						
ALPL (m)	1,19 a	1,09 a	1,25 a	1,17 a	1,20 a	1,18 a
DCOL (mm)	15,96 a	16,36 a	15,84 a	16,08 a	15,90 a	16,92 a
NFOL	10,11 a	10,15 a	10,20 a	10,15 a	10,10 a	10,11 a
NES	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a

Nota: Médias seguidas da mesma letra na adubação mineral com cada dose de P₂O₅ via biofertilizante não se diferem estatisticamente pelo teste Dunett (P<0,05).

Fonte: Do autor

As médias da altura das plantas do milho, diâmetro do colmo, número de folhas e número de espigas foram: 1,18 m, 16,05 mm, 3,18 e 1,0, respectivamente. Castoldi *et al.* (2011) também observaram que não houve diferença estatística para a altura e o diâmetro na planta do milho entre os

sistemas de sucessão e rotação e adubações mineral, orgânica ($25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de biofertilizante suíno) e organomineral, exceto pelo número superior de folhas do milho em sistema de rotação. Também Oliveira *et al.* (2011) verificaram que o crescimento e a produção do milho não foram influenciados significativamente, quando adubado com adubação orgânica via esterco bovino curtido.

Segundo Tozetti *et al.* (2004), a adubação afeta diretamente o crescimento de plantas, contribuindo para atingir maiores alturas. Entretanto, na presente pesquisa, a média da altura das plantas de milho (1,18 m) foi inferior àquela encontrada de 2,05 m por Oliveira *et al.* (2011) e à altura encontrada por Castoldi *et al.* (2011), com média de 1,28 m. A ausência de resposta das características morfológicas às adubações pode ser explicada pela ocorrência de baixas temperaturas durante o estágio vegetativo inicial das plantas, atingindo mínima de até $11,85 \text{ }^\circ\text{C}$, em julho, o que pode ter afetado o crescimento e o desenvolvimento das plantas, além do que nesta pesquisa foi realizado o plantio em junho, época de estação seca. Von Pinho *et al.* (2007) também verificaram uma redução na altura das plantas de todas as cultivares do milho AG 4051 AG 1051 TORK com o atraso na semeadura, na época da safrinha. Esses autores constataram, ainda, que a maior produção de matéria seca de milho para forragem é atingida na semeadura na época de novembro e o maior valor nutritivo com semeadura, em janeiro.

A altura das plantas de milheto adubadas com adubo mineral foi semelhante às obtidas com as doses de biofertilizante de 100, 150 e 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , enquanto que as alturas nas doses 0 e 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 foi inferiores à da adubação mineral (TAB. 3). Em conformidade com Tozetti *et al.* (2004), a adubação influencia, diretamente, o crescimento de plantas, contribuindo para atingir maiores alturas.

Na presente pesquisa, a altura do milheto ADR 500 foi inferior às encontradas por Alburquerque *et al.* (2010), entre 2,94 a 3,41 m para os genótipos de milheto Sauna B, BRS 1501, CMS 03, J 1188, ADR 500, cultivados na região de Uberlândia-MG, adubada com 350 kg ha^{-1} da fórmula 4-30-10 e 0,5% de zinco, sendo o milheto ADR 500, mesma cultivar desta pesquisa, a que obteve maior valor em altura (3,41 m). A altura do dossel

forageiro é uma variável que influencia a maior ou menor dificuldade de apreensão da forragem (CARVALHO; RIBEIRO FILHO; POLI, 2001), o que pode interferir no consumo diário de matéria seca nas pastagens. Assim, a altura é uma característica diretamente relacionada à produção de forragem. Nesta pesquisa, a época de semeadura tardia do milho foi realizada em junho, safrinha, época desaconselhável por Guideli, Favoretto e Malheiros (2000), pois a produção de forragem coincide como outono, em que a velocidade de crescimento dos genótipos de milho é menor, afetando a altura das plantas.

A maior altura da planta de milho de 1,06 m foi obtida na dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Costa *et al.* (2005a) obtiveram altura média de plantas de milho de 2,09 m também na época do plantio na seca e verificaram correlação positiva entre a altura e o diâmetro do colmo e com a produção de biomassa na floração.

O número de perfilhos do milho foi maior no tratamento com adubação mineral em relação aos demais tratamentos, apresentando 3 perfilhos por planta (TAB. 3). Costa *et al.* (2005a) observaram, nos genótipos de milho ENA1 e BRS1501, semeados na época das águas, 5 e 7 perfilhos por planta, respectivamente, já no plantio da seca, esses genótipos apresentaram, em média 5 e 6 perfilhos por planta. Vários fatores influenciam o perfilhamento de uma forrageira, como o genótipo, o florescimento, a nutrição mineral, sobretudo, a interação entre o nitrogênio, o fósforo e o potássio, por favorecer o aumento populacional de perfilhos, o manejo de cortes e aspectos de clima, tais como: luz, temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica (REZENDE *et al.*, 2008). De acordo com Mesquita e Neres (2008), a adubação afeta, positivamente, o perfilhamento de gramíneas. Esses autores verificaram que a densidade de perfilhos das cultivares de *Panicum maximum* estudadas aumentou linearmente com as doses de nitrogênio, o que, segundo os autores, pode colaborar para o surgimento de maior número de folhas.

Para o número de panículas por hectare de milho, a adubação mineral foi semelhante às doses de biofertilizante, exceto para aquela que

forneceu 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, que proporcionou o maior número de panículas, produção de 13.440 panículas por hectare (TAB. 3).

Quanto ao tamanho de panículas, a adubação mineral se diferiu apenas do tratamento em que não se aplicou o biofertilizante, sendo o valor máximo de 16 cm, obtido com a dose correspondente a 183 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Entretanto o comprimento das panículas ainda foi menor ao encontrado na literatura. Possivelmente, essa variável foi afetada pelos fatores climáticos, como: baixas temperaturas e ausência de precipitações. Costa *et al.* (2005a), em estudo com o genótipo de milheto ENA1 na época das águas, obtiveram comprimento de panículas de 47,20 cm e verificaram que essa característica se correlacionou à produção de grãos. O número e o tamanho das panículas são importantes para a produção dos grãos de milheto, que possuem os maiores valores de energia e proteínas da forrageira (GERALDO *et al.*, 2000; PEREIRA FILHO *et al.*, 2003). Dessa forma, o número e o tamanho das panículas são componentes importantes para a produção de silagem com alto valor nutricional (FLARESSO *et al.*, 2000).

A produção de massa fresca total do milho foi semelhante às obtidas entre adubação mineral e as doses de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, via biofertilizante, entretanto para a massa seca total a maior dose se difere, sendo superior à produção da adubação mineral (TAB. 4).

TABELA 4

A massa fresca (MFTO) e massa seca total (MSTO) do milho e do milho, em t ha⁻¹, adubados com doses de biofertilizante suíno em relação à adubação mineral

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)					Adubação Mineral
	0	50	100	150	200	
Milheto						
MFTO	10,50 b	11,31 b	22,51 a	23,40 a	29,40 a	22,70 a
MSTO	3,36 a	3,37 a	6,89 b	8,06 b	9,67 a	6,82 b
Milho						
MFTO	24,98 a	37,66 b	39,97 b	50,82 a	45,89 a	33,75 b
MSTO	13,48 b	14,76 b	14,90 b	18,04 a	16,07 a	12,61 b

Nota: Médias seguidas da mesma letra na adubação mineral com cada dose de P₂O₅ via biofertilizante não se diferem estatisticamente pelo teste Dunett (P<0,05).

Fonte: Do autor

Na presente pesquisa, o maior valor de massa fresca total do milho foi de 29,4 t ha⁻¹ na dose máxima via biofertilizante (TAB. 4), produção inferior a encontrada por Finholdt *et al.* (2009), de 58,1 t ha⁻¹ cultivado em outubro, localizado em Uberaba-MG, num Latossolo Vermelho distrófico, adubado com fertilizante mineral, ao avaliarem a produção de biomassa e a cobertura de solo de adubos verdes, com o milho. Já Chaves *et al.* (2010) evidenciam que o milho pode atingir até 60 t ha⁻¹ de massa verde, quando cultivado no início de setembro a outubro.

A baixa produtividade média do milho na presente pesquisa se deve, provavelmente, ao fato de a cultura responder ao fotoperíodo e às baixas temperaturas ocorridas no período experimental (TAB 1). O milho é planta C4, de dias curtos e pode ser afetado pelas temperaturas reduzidas. Embora a temperatura base do milho seja de 10°C, a temperatura média ar/dia afeta a quantidade de energia química produzida pela respiração do material genético e cada espécie/variedade tem temperatura base mínima para o crescimento, que varia pela fase fenológica (NORMAN *et al.*, 1995 citado por COSTA *et al.* 2005a). Segundo Guideli, Favoretto e Malheiros (2000), a produção de milho safrinha é reduzida, por coincidir com o outono, época em que a velocidade de crescimento das plantas é menor.

Quanto à produção de massa seca total do milho, houve diferenças significativas entre a adubação mineral e as doses de biofertilizante (TAB. 4). A maior massa seca do milho ADR500 na presente pesquisa foi de 9,67 t ha⁻¹ na maior dose, valor superior ao encontrado por Costa *et al.*, (2005b) para genótipos Guerguera (7,75 kg ha⁻¹), HKP (6,65 kg ha⁻¹), Souna III (6,82 kg ha⁻¹), ENA 1 (6,99 kg ha⁻¹) e BRS 1501 (4,46 kg ha⁻¹), semeados na época das águas e por Marcante, Silva e Paredes Júnior (2011) para o genótipo BN-2 (2,3 t ha⁻¹). Por outro lado, Albuquerque *et al.* (2010) conseguiram produtividades de 14,51 a 20,14 t ha⁻¹, com os genótipos Sauna B, BRS 1501, CMS 03, J 1188 e ADR 500. Também Braz *et al.* (2004) obtiveram alta produtividade de 12,5 t ha⁻¹ de matéria seca para milho BN-2, quando adubado com fertilizante mineral.

Bellon *et al.* (2009), estudando o milho em vasos, ressaltam que doses superiores a 68 m³ ha⁻¹ de dejetos suínos podem interferir, negativamente, na qualidade da biomassa, pois resultaram no aumento da massa de colmos em relação à produção de biomassa total. Verificaram ainda resposta quadrática de produção de matéria seca de colmos, em função de doses de dejetos de suínos, sendo a mínima produção obtida com a dose equivalente a 45,5 m³ ha⁻¹.

Em relação à produção de massa fresca total do milho forrageiro, houve maiores valores de 50,82 e 45,89 t ha⁻¹, nas doses 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ respectivamente, na forma de biofertilizante suíno. Já as doses de

50 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não se diferiram estatisticamente da adubação mineral, entretanto o tratamento sem fertilizante apresentou menor produção (TAB. 4).

As maiores doses de biofertilizante atingiram produções superiores às médias da produtividade obtidas por Oliveira *et al.* (2010), na região Sudeste do Brasil, para matéria verde dos híbridos de milho POINTER, 30F90, B551, MAXIMUS, ALFA 80S e 2B619, para silagem, com média de 38,18 t ha⁻¹. Freitas *et al.* (2004) verificaram que a adubação orgânica no cultivo do milho apresenta repostas positivas. Esses autores, trabalhando com água residuária de suinocultura no cultivo de milho, obtiveram aumento de 51% na produtividade média de matéria verde em relação ao tratamento sem adubação.

Na literatura, diversos autores, no estudo com dejetos de suínos verificaram aumento significativo na produtividade do milho (CERETTA, *et al.*, 2005; GIACOMINI; AITA, 2008; LÉIS *et al.*, 2009). Seidel *et al.* (2010) constataram que doses de dejetos suínos, quando comparadas à adubação mineral com NPK, não se diferiram entre si estatisticamente na produção de grãos de milho. Konzen e Alvarenga (2007) fertilizaram um Latossolo Vermelho Amarelo com esterco líquido suíno e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho e não verificaram diferenças significativas na produtividade do milho em relação a adubações. Desse modo, a eficiência das adubações foi igual estatisticamente em produtividade do milho atingindo a produção de 7.000 a 8.000 kg ha⁻¹.

A máxima produção da massa seca total do milho obtida na pesquisa foi 18,04 t ha⁻¹, na dose de 150 ha⁻¹ de P₂O₅ semelhante ao constatado por outros autores para a cultura do milho (NUSSIO, 2001; VON PINHO *et al.*, 2007). Para essa variável, observou-se que as maiores doses de biofertilizante atingiram valores superiores em relação à adubação mineral, que foi estatisticamente igual às demais doses de biofertilizante suíno (TAB. 4).

Esses resultados sugerem que, em ambas as culturas, as plantas responderam melhor à adubação mineral que ao biofertilizante, possivelmente pela disponibilidade imediata dos nutrientes fornecidos via

adubação mineral, uma vez que os nutrientes presentes no biofertilizante precisam ser mineralizados pelos organismos do solo para serem absorvidos pelas plantas. No tratamento com adubação mineral, foram aplicados 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 , em que, para a maioria das variáveis estudadas, obteve-se a mesma produção de matéria fresca da aplicação de 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 via biofertilizante suíno, evidenciando a maior disponibilidade imediata de nutrientes do fertilizante mineral.

Medeiros *et al.* (2007) verificaram que a aplicação de $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos fermentados e *in natura*, em comparação à adubação química, resultou em valores superiores ou semelhantes para produção da massa seca e qualidade da forrageira Braquiária cv. marandu.

Castoldi *et al.* (2011), ao avaliarem o desempenho do milho para a produção de silagem e grãos, cultivado em sistemas de cultivo de sucessão e rotação de culturas e três fontes de adubação orgânica, mineral e organomineral, verificaram que não houve diferença estatística entre os sistemas e adubações para as variáveis massa seca de colmo, massa seca de espiga, massa seca de folhas e, conseqüentemente, massa seca de parte aérea total ($p < 0,05$). Já para produção de silagem de grão úmido, o sistema em sucessão e a adubação mineral foram superiores aos demais, produzindo 10.823 e $10.815 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, entretanto não incrementaram a qualidade à silagem.

A maior participação de espigas pode proporcionar um aumento na qualidade da silagem, com melhoria nas características nutricionais, além de contribuir bastante para a elevação da porcentagem de matéria seca da massa ensilada, em virtude do menor conteúdo de água na espiga (NUSSIO *et al.*, 2001). Von Pinho *et al.* (2007) observaram que o atraso na semeadura proporciona redução na porcentagem de espiga na matéria seca do milho, o que pode ter acarretado a menor porcentagem (28,09%) encontrada nesse estudo, com semeadura em julho. Assim, a qualidade e produção final não dependem exclusivamente das cultivares, mas de uma interação entre genótipo x ambiente.

Restle *et al.* (2002) enfatizam que a produção de silagem de alta qualidade depende da composição física das estruturas anatômicas da planta

de milho, sendo que a maior proporção de grãos na forragem confere à silagem uma melhor qualidade nutricional. Segundo esses autores, a participação da espiga de 60 a 65 % e de 40 a 50 % de grãos na matéria seca total da planta confere um material de boa qualidade de ensilagem.

Em relação às doses de biofertilizante suíno, verificou-se uma resposta linear para a produção de massa fresca e seca total do milho (TAB. 5), sugerindo que o milho responde à aplicação de doses crescentes de biofertilizante suíno.

TABELA 5

Equações de regressão ajustadas para a massa fresca total (MFTO) e massa seca total (MSTO) do milho e milho, em função das doses de fósforo aplicadas via biofertilizante suíno

Variáveis	Equação Regressão	R ²	Prod. máx. (Kg)	Dose máx. (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	90% Prod. máx.	90% Dose máx. (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)
Milho						
MFTO	$y=14,23+0,0742^{**}x$	0,99	29,07	200	26,16	161
MSTO	$y=2,956+0,0339^{**}x$	0,97	9,74	200	8,76	171
Milho						
MFTO	$y = 25,057 + 0,2624^{*}x - 0,0008^{*}x^2$	0,92	46,57	164	41,91	87,5
MSTO	$y = 13,632+0,0194^{*}x$	0,73	17,51	200	15,76	110

Nota: **, * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de t.

Fonte: Do autor

Dessa forma, observa-se que a quantidade de biofertilizante para o fornecimento de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não foi suficiente para se atingir a produção máxima de massa fresca de plantas de milho. Na presente pesquisa, pelas equações ajustadas, não foi possível estimar a dose máxima a ser aplicada na forma de biofertilizante para a cultura do milho. No entanto a produção de matéria seca total de milho obtida na dose máxima

foi maior que a adubação mineral, correspondendo a $9,74 \text{ t ha}^{-1}$ e a produção, correspondente a 90% da máxima, a $8,76 \text{ t ha}^{-1}$, na dose de biofertilizante, equivalente a 171 kg ha^{-1} de P_2O_5 , o que permite reduzir, em média, 14,5% de biofertilizante, gerando economia na quantidade a ser aplicada desse adubo orgânico.

Para as doses de fósforo aplicadas via biofertilizante suíno no milho, verificou-se aumento da produtividade com o aumento das doses, ajustando-se a um modelo quadrático para massa fresca (TAB. 5), evidenciando que o milho responde à aplicação de doses crescente do mesmo até um nível crítico na dose máxima de $164 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, via biofertilizante. Já a massa seca total do milho respondeu linearmente ao aumento das doses de P_2O_5 (TAB. 5).

Seidel *et al.* (2010) verificaram que diferentes doses de dejetos suínos, quando comparadas à adubação química (NPK), não se diferiram entre si estatisticamente na produção de grão de milho. Esses autores evidenciaram a eficiência dos dejetos suínos como biofertilizante, sendo uma alternativa racional para o seu destino final. Corroborando com esses autores, verificou-se, na presente pesquisa, que a adubação com biofertilizante suíno apresentou valores similares para algumas das variáveis analisadas quando comparado ao fertilizante mineral, ou seja, há eficiência do biofertilizante no fornecimento de nutrientes ao milheto, o que proporcionou melhor produtividade e crescimento das plantas.

Nessa mesma linha de pesquisa, Carvalho (2011) verificou que o uso de biofertilizante bovino não influenciou as produtividades de massa verde e seca, parâmetros morfológicos, componentes estruturais do sorgo, assim como não influenciou as características das variáveis bromatológicas. Já Bellon *et al.* (2009) verificaram alta resposta do milheto em produção de matéria seca, com a aplicação de dejetos líquidos de suínos.

Ressalta-se que o biofertilizante suíno é fonte tanto de macronutrientes, quanto de micronutrientes, para o milho e milheto. No entanto no biofertilizante, os nutrientes, exceto o potássio, encontram-se, na sua maior parte, na forma orgânica, que são liberados por meio do processo

de mineralização ao longo do ciclo da cultura, o que, provavelmente, reduz as perdas dos mesmos.

Em relação aos teores foliares de nutrientes do milho, verificou-se que não houve diferença estatística entre a adubação mineral e as maiores doses, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ de biofertilizante para o nitrogênio (TAB. 6).

TABELA 6

Teores foliares do milho (g kg⁻¹) de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), (mg kg⁻¹) de ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu) e boro (B) para as doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo e comparadas com a adubação mineral

Nutrientes	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)					Adubação mineral
	0	50	100	150	200	
N (g kg ⁻¹)	14,0 b	15,5 b	16,5 b	18,9 a	21,1 a	18,7 a
P (g kg ⁻¹)	1,8 a	1,9 a	2,3 b	2,7 b	3,1 a	2,5 b
K (g kg ⁻¹)	17,0 a	17,3 a	17,4 a	18,5 a	19,0 a	19,8 a
Ca (g kg ⁻¹)	3,2 a	3,1 a	3,4 a	3,3 a	3,5 a	3,3 a
Mg (g kg ⁻¹)	1,9 a	1,6 a	1,8 a	1,8 a	2,0 a	2,2 a
S (g kg ⁻¹)	1,5 b	1,7 b	1,9 b	2,1 a	2,2 a	1,6 b
Fe (mg kg ⁻¹)	91,0 a	94,0 a	89,0 a	92,0 a	93,0 a	92,0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	24,0 a	26,0 a	25,0 a	26,0 a	24,0 a	26,0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	7,8 b	8,2 b	10,3 b	11,2 a	12,1 a	8,1 b
Cu (mg kg ⁻¹)	7,5 b	9,4 b	11,6 a	14,2 a	15,7 a	8,9 b
B (mg kg ⁻¹)	8,2 b	8,4 b	8,4 b	9,0 b	11,2 a	9,8 b

Nota: Médias seguidas da mesma letra na adubação mineral com cada dose de P₂O₅ via biofertilizante não se diferem estatisticamente pelo teste Dunett (P<0,05).

Fonte: Do autor

O teor de fósforo foi maior para a dose máxima de biofertilizante, quando comparado à adubação mineral. Para o potássio, cálcio, magnésio, ferro e manganês, não houve diferenças estatísticas significativas entre a adubação mineral e as doses de biofertilizantes (TAB. 6). Por outro lado, para o enxofre, o zinco e o boro, os teores foram significativamente maiores nas doses mais elevadas de biofertilizante em relação à adubação mineral (TAB.

6). No geral, os maiores teores de nutrientes nas folhas de milho foram nitrogênio, potássio, ferro e manganês, na dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via biofertilizante (TAB. 6).

Marcante, Silva e Paredes Júnior (2011) cultivaram o milho BN-2, em Mato Grosso do Sul, entre agosto e outubro de 2008, sem aplicação de adubação na semeadura e cobertura, sendo somente utilizada a adubação residual da cultura anterior (algodoeiro). Esses autores verificaram diferença significativa nos teores foliares de nitrogênio, de fósforo, de cálcio e de enxofre, sendo que não houve diferença nos teores de magnésio na cultura, em função dos estádios fenológicos do milho.

De acordo com o Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), os teores foliares adequados de nitrogênio, fósforo e potássio para a cultura variam de 20 a 35, 2 a 3 e, 25 a 40 g kg⁻¹, respectivamente. Na presente pesquisa, na maior dose de biofertilizante aplicada, o teor de nitrogênio foi de 20,72 g kg⁻¹, o de fósforo, igual a 3,05 g kg⁻¹ e o potássio, de 17,84 g kg⁻¹. Assim, o biofertilizante suíno foi uma fonte tanto de macronutrientes quanto de micronutrientes para o milho.

Os teores foliares de nutrientes do milho foram influenciados pela aplicação de doses crescentes de biofertilizante suíno. Para os nutrientes nitrogênio, potássio, enxofre, zinco, cobre e boro, os teores foliares na cultura foram significativamente maiores nas doses mais elevadas de biofertilizante em relação à adubação mineral (TAB. 7).

TABELA 7

Teores foliares do milho (g kg^{-1}) de nitrogênio (N), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de enxofre (S), e (mg kg^{-1}) de ferro (Fe), de manganês (Mn), de zinco (Zn), de cobre (Cu) e de boro (B) para as doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo e comparadas com a adubação mineral

Nutrientes	Doses de P_2O_5 (kg ha^{-1})					Adubo mineral
	0	50	100	150	200	
N (g kg^{-1})	2,24 b	2,43 b	3,11 a	3,23 b	3,22 b	2,98 a
P (g kg^{-1})	0,19 b	0,21 b	0,29 a	0,32 a	0,33 a	0,31 a
K (g kg^{-1})	1,82 b	1,78 b	1,89 b	1,87 b	2,12 a	2,14 a
Ca (g kg^{-1})	0,41 a	0,43 a	0,41 a	0,43 a	0,45 a	0,43 a
Mg (g kg^{-1})	0,32 a	0,31 a	0,34 a	0,32 a	0,35 a	0,33 a
S (g kg^{-1})	0,15 a	0,17 a	0,16 a	0,22 b	0,25 b	0,17 a
Fe (mg kg^{-1})	234 a	245 a	267 a	245 a	258 a	265 a
Mn (mg kg^{-1})	145 a	142 a	156 a	152 a	149 a	146 a
Zn (mg kg^{-1})	54 b	56 a	65 a	64 a	68 b	55 a
Cu (mg kg^{-1})	12 a	16 a	17 a	23 b	27 b	15 a
B (mg kg^{-1})	8 a	7 a	11 a	13 b	17b	9 a

Nota: Médias seguidas da mesma letra na adubação mineral com cada dose de P_2O_5 via biofertilizante não se diferem estatisticamente pelo teste Dunett ($P < 0,05$).

Fonte: Do autor

Para o fósforo, as doses mais elevadas de biofertilizante não se diferem da adubação mineral, sendo os menores teores obtidos nas doses de 0 a 50 kg ha⁻¹ (TAB. 7). Araujo e Santos Júnior (2009), trabalhando com biofertilizante produzido em associação com fosfato natural e enxofre e inoculado com *Acidithiobacillus*, verificaram resposta quadrática entre doses de biofertilizante e teores foliares de fósforo em plantas de milho.

Para os teores foliares do cálcio, do magnésio, do ferro e do manganês, verificou-se que não houve diferença estatística entre as doses de biofertilizante e a adubação mineral, sendo os teores médios de 0,43 g kg⁻¹; 0,33 g kg⁻¹; 249,80 mg kg⁻¹ e 148,80 mg kg⁻¹, respectivamente (TAB. 7). Também Seidel *et al.* (2010), em estudo com o milho adubado com doses crescentes de biofertilizante suíno, não verificaram diferenças significativas nos teores foliares de cálcio, de magnésio, de nitrogênio, de fósforo e de potássio.

Quanto ao teor de potássio, esse foi maior para o adubo mineral, quando comparado às doses de biofertilizante (TAB. 7). No geral, os maiores teores de nutrientes nas folhas de milho foram nitrogênio, potássio, ferro e manganês, na dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (TAB. 7).

Araújo (2011) verificou que a aplicação de 5,0 Mg ha⁻¹ de lodo de curtume, associada à fosforita (fosfato natural), aumentou os teores de fósforo, de cálcio e de saturação por bases do solo e os teores de fósforo na parte aérea do milho em relação aos valores obtidos nos tratamentos NPK.

De acordo com Coelho *et al.* (2006), os teores foliares adequados de nitrogênio, de fósforo e de potássio para a cultura do milho variam de 2,75 a 3,25, 0,25 a 0,35 e, 1,75 a 2,25%, respectivamente. Na presente pesquisa, na maior dose de biofertilizante aplicada, encontram-se teores foliares dentro dessa faixa, estando o nitrogênio de 3,22 g kg⁻¹, o fósforo igual a 0,33 g kg⁻¹ e o potássio de 1,90 g kg⁻¹. Assim, o biofertilizante suíno foi uma fonte tanto de macronutrientes quanto de micronutrientes para o milho, principalmente na dose correspondente a 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

4 CONCLUSÃO

O biofertilizante suíno, na dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionou produtividades superiores para a maioria das variáveis estudadas em relação à adubação mineral recomendada e atende às exigências nutricionais do milho, apresentando, nessa dose, maiores teores foliares de nutrientes.

As adubações com biofertilizante suíno não influenciaram a morfologia das plantas de milho, contudo houve eficiência do biofertilizante no fornecimento de nutrientes ao milho, o que proporcionou melhor produtividade, de modo que a adubação com maiores doses de biofertilizante suíno apresentou valores similares para a matéria e seca total do milho, se comparado com o fertilizante mineral. A dose de biofertilizante suíno correspondente a 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou maiores teores foliares de nutrientes na cultura.

CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO MILHETO E MILHO ADUBADOS COM DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE SUÍNOS, NO PERÍODO DAS ÁGUAS, NO NORTE DE MINAS GERAIS

RESUMO

O biofertilizante suíno na fertilização de forrageiras é uma alternativa para incrementar o rendimento e a produtividade da cultura e promover a sustentabilidade ambiental. Desse modo, a presente pesquisa objetivou avaliar a produção e teores foliares de nutrientes do milheto e milho forrageiro adubados com diferentes doses de biofertilizante suíno e adubo mineral, no norte de Minas Gerais. Os experimentos foram conduzidos num Latossolo Vermelho, simultaneamente implantado no período de outubro de 2011 a fevereiro de 2012. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: doses de biofertilizante suíno para fornecer 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e um tratamento adicional com adubo mineral (571,4 kg ha⁻¹ da formulação 4-14-8). A maioria dos parâmetros morfológicos das plantas de milheto e milho foi superior nas maiores doses do biofertilizante suíno e similar na adubação mineral, já o número de folhas das plantas do milho, número de panículas e perfilhos do milheto não foi influenciado pelos tratamentos. A produção de massa fresca do milheto e do milho foram maiores quando adubadas com as maiores doses de biofertilizante e adubação mineral. Não houve diferença significativa dos tratamentos na massa seca das culturas, evidenciando a eficiência da adubação de biofertilizante suíno na produção dessas forrageiras. O biofertilizante suíno foi fonte de macronutrientes e micronutrientes para ambas as culturas.

Palavras-chave: Dejetos suínos. Massa fresca e seca. Adubação orgânica. *Pennisetum glaucum*. *Zea mays*.

**CHAPTER 3 - THE PRODUCTIVITY AND NUTRITION OF THE MILLET
AND MAIZE FERTILIZED WITH DIFFERENT DOSES OF SWINE
BIOFERTILIZER, DURING THE WATERS PERIOD, IN THE NORTH OF
MINAS GERAIS**

ABSTRACT

The swine biofertilizer in the forage fertilization is an alternative to increase the yield and the productivity of the crop and promote environmental sustainability. Thus, the present research aimed to evaluate the production and leaf nutrient contents of the millet and forage maize fertilized with different doses of swine biofertilizer and mineral fertilizer in the north of Minas Gerais. The experiments were conducted in an Oxisol, simultaneously deployed from October 2011 to February 2012. It was adopted the experimental design randomized block design with four replications and six treatments: doses of swine biofertilizer to provide 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅, and an additional treatment with mineral fertilizer (571.4 kg ha⁻¹ formulation 4-14-8). Most morphological parameters of millet and maize plants were in the highest doses of swine biofertilizer and similar in the mineral fertilizer, since the number of leaves of maize plants, number of panicles and tillers of millet were not affected by treatments. The fresh mass production of the millet and maize were higher when fertilized with the highest doses of biofertilizer and mineral fertilizer, and not significant difference of treatments in the dry crops, demonstrating the efficiency of fertilization of swine biofertilizer in the production of these forage. The swine biofertilizer was source of macronutrients and micronutrients for both crops.

Keywords: Swine Manure. Fresh and dry matter. Organic fertilization. *Pennisetum glaucum*. *Zea mays*.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira de corte ou de leite precisa maximizar a produção de forrageiras, já que os volumosos são fundamentais para a alimentação dos animais, proporcionando proteína animal com qualidade e a custos menores (BUSO, 2011). Nesse contexto, o milho (*Zea mays* L.) é o produto que mais se destaca em volume de produção no Brasil (FERNANDES *et al.*, 1999), como um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo para a alimentação humana e animal (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Como silagem, o milho é considerado o alimento volumoso mais utilizado no Brasil, durante todo o ano, com uma área de cultivo de 1,2 milhões de hectares e produção nacional de 53,5 milhões de toneladas em 2010 (IBGE, 2010).

Uma alternativa como forrageira tropical anual para a produção de volumosos, de destaque nos últimos anos é o milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. Apresenta versatilidade de usos, especialmente como forrageira e boa qualidade de silagem, possui ciclo curto, folhagem abundante, panículas compactas com produção considerável de grãos e sistema radicular vigoroso e profundo, o que atribui alta capacidade na extração de nutrientes e de água. Assim, é de fácil instalação e com pouca exigência de insumos, além de boa adaptação às regiões tropicais áridas e semiáridas, em condições adversas de déficit hídrico, altas temperaturas e solos com baixa fertilidade natural (MARCANTE; SILVA; PAREDES JÚNIOR, 2011; PEREIRA FILHO *et al.*, 2003). É uma forrageira atóxica aos animais em qualquer estágio vegetativo, com alta capacidade de rebrota e alto potencial produtivo, atingindo 60 t ha⁻¹ de massa verde e 20 t ha⁻¹ de matéria seca, quando cultivado no início de setembro a outubro (CHAVES *et al.*, 2010).

Embora o milheto seja uma cultura adaptada a solos de baixa fertilidade, responde bem às adubações. Segundo Heringer e Moojen (2002) a resposta da matéria seca apresenta forma quadrática aos níveis de nitrogênio. O suprimento adequado de nutrientes é fundamental para obtenção de produtividades econômicas das culturas, sendo, desse modo, imprescindível a busca pela eficiência no uso dos fertilizantes.

O milho também responde, positivamente, à quantidade de nitrogênio aplicado. Pöttker e Wiethölter (2004) verificaram que a adubação nitrogenada eleva o rendimento do milho até 5%, em sistema de semeadura direta. Basi *et al.* (2011) evidenciam que essa cultura bem suprida em nitrogênio pode obter uma silagem de maior valor nutricional, em razão do aumento da concentração de proteína na planta, a qual tende a melhorar o consumo e o desempenho dos animais. O milho requer também adubação fosfatada para obter a produtividade máxima econômica, por ser planta de intenso desenvolvimento e de ciclo curto, sobretudo, quando cultivado nos solos ácidos e com baixa disponibilidade de fósforo (PRADO; FERNANDES; ROQUE, 2001).

Atualmente, em função das questões ambientais, da escassez de matéria-prima para produção de fertilizantes minerais, tem-se buscado o aproveitamento de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes para os cultivos agrícolas. O biofertilizante suíno é uma fonte de vasta gama de nutrientes, sobretudo de nitrogênio e de fósforo, dois dos nutrientes mais limitantes para a produtividade das culturas nos solos brasileiros. Melhora as propriedades físicas e biológicas do solo, sendo ainda uma estratégia para se dar um destino final a esses resíduos orgânicos. Dessa forma, visa à maior sustentabilidade da produção de forrageiras, de modo que se não onere o custo da produção. (FREITAS *et al.*, 2004; SCHERER; BALDISSERA; NESI, 2007; SCHERER; NESI; MASSOTTI, 2010).

Segundo Silva *et al.* (2011a), o milho responde bem à adubação orgânica, que proporciona melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para maiores produtividades do milho (COLLIER *et al.*, 2006). Outros autores também verificaram resultados positivos nas produtividades do milho adubado com biofertilizante suíno, evidenciando o potencial dessa fonte de nutrientes (CERETTA *et al.*, 2005; GIACOMINI; AITA, 2008; LÉIS *et al.*, 2009; MEDEIROS *et al.* 2007).

Ressalta-se que os dejetos de suínos, quando aplicados inadequadamente, atribuem um potencial poluidor ambiental; se utilizados de forma racional, tornam-se uma alternativa viável a adubação de forrageiras (MEDEIROS *et al.*, 2007). Para isso, a dose recomendada deve ser baseada

na análise química do solo, na composição do biofertilizante e na necessidade da cultura, visando a promover melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

Assim, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar as produtividades, características morfológicas e teores foliares de nutrientes do milho e do milho adubado com diferentes doses de biofertilizante suíno no Norte de Minas Gerais, no período das águas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), Campus Montes Claros - MG, cujas coordenadas são 16°40'50,92" de latitude Sul, 43°50'22,36" de longitude Oeste, e 646,29 m de altitude, no período de 10 de outubro de 2011 a 15 de fevereiro de 2012. O clima, na classificação de Köppen, é Aw, caracterizando-se por duas estações bem definidas: inverno seco, compreendida entre abril e outubro, e verão chuvoso, de novembro a março (ELÓI, 2001). Foram obtidos os valores médios dos dados meteorológicos da estação automática do ICA/UFMG, durante o período experimental das águas na região (TAB. 1).

TABELA 1

Valores máximos, mínimos e médios da temperatura, da umidade relativa do ar, da precipitação e da evapotranspiração potencial durante o período experimental das águas no ICA/UFMG, Montes Claros, MG, 2012

Mês	T máx. (°c)	T med (°c)	T mín. (°c)	U.R (%)	Prec. (mm)	Eto (mm dia ⁻¹)
Nov/11	28,80	22,76	18,26	76,41	8,93	4,81
Dez/11	28,86	23,42	19,63	81,63	15,15	4,60
Jan/12	29,64	23,54	18,87	77,32	6,41	5,08
Fev/12	32,69	24,67	19,13	68,95	0,04	5,59

Fonte: <http://www.ica.ufmg.br/gemisa>.

O solo da área experimental foi cultivado anteriormente com as mesmas culturas e linha de pesquisa deste estudo, um mês antes da implantação desta pesquisa. Foi realizada a amostragem do solo, com o auxílio de enxada, à profundidade de 0 a 20 cm. Realizaram-se as análises química e granulométrica do solo no Laboratório de Solos do ICA/UFMG, em Montes Claros – MG, segundo as metodologias descritas por Coelho *et al.* (2006). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo e apresenta os seguintes atributos químicos e físicos determinados, conforme Embrapa

(1997): pH = 6,80; P = 2,30 mg dm⁻³; Ca = 4,50 cmolc dm⁻³; K = 219,89 mg dm⁻³; Mg = 1,95 cmolc dm⁻³; Al = 0,01 cmolc dm⁻³; H+Al = 2,02 cmolc dm⁻³; SB = 7,01 cmolc dm⁻³; t = 7,03 cmolc dm⁻³; m = 0,20 %; T = 9,03 cmolc dm⁻³; V = 77,53 %; Mat. Org. = 3,39 dag kg⁻¹; Areia grossa = 4,20 dag kg⁻¹; Areia fina = 31,80 dag kg⁻¹; Silte = 20,00 dag kg⁻¹; Argila = 44,00 dag kg⁻¹.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos, correspondendo a: cinco doses de fósforo via biofertilizante suíno, um tratamento adicional com adubação mineral e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. As doses de biofertilizante suíno foram calculadas de modo a fornecerem 0; 50; 100; 150; 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No tratamento adicional com adubo mineral aplicaram-se 571,4 kg ha⁻¹ da fórmula: 4-14-8, N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, de acordo com a recomendação de Sousa e Lobato (2004).

As doses de biofertilizante suíno foram calculadas com base na concentração de fósforo, uma vez que os teores desse nutriente e do nitrogênio foram semelhantes e, principalmente, para assegurar que as doses de fósforo recomendada fossem aplicadas todas no plantio, uma vez que o fósforo se movimenta muito lentamente no solo.

Para ambos os experimentos, a área de cada parcela experimental foi de seis m² (dois m de largura e três m de comprimento), onde se cultivaram quatro linhas de plantas espaçadas de 0,5 m entre si. As plantas situadas no centro das duas fileiras centrais de cada parcela experimental, num comprimento de um metro, foram consideradas da parcela útil a ser avaliada, mantendo-se um metro de plantas, em torno, para a bordadura. Cada parcela foi distanciada em um metro uma da outra sendo a área experimental de cada cultura aproximadamente 300 m², com distância entre os experimentos de quatro metros.

O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens e em seguida, foram abertos os sulcos de plantio. As respectivas dosagens do biofertilizante suíno e do adubo mineral foram distribuídas uniformemente nos sulcos de plantio e incorporadas com o auxílio de uma enxada.

O biofertilizante utilizado nos experimentos foi produzido a partir da digestão anaeróbia de dejetos suínos, com tempo de retenção hidráulica de

40 dias, em um biodigestor de fluxo contínuo, modelo indiano, instalado próximo à área experimental e à suinocultura da UFMG/ICA, com diluição dos dejetos da ordem de 8% de sólidos totais. O biofertilizante líquido de suíno foi coletado da lagoa de estabilização do biodigestor e analisado quimicamente, conforme Tedesco *et al.* (1995) e apresentou a seguinte composição: pH = 7,5 ; N = 4,54 g L⁻¹; P₂O₅ = 3,55 g L⁻¹; K₂O = 1,26 g L⁻¹; CaO = 1,96 g L⁻¹; MgO = 0,70 g L⁻¹; S = 0,53 g L⁻¹; Zn = 0,068 g L⁻¹; Fe = 0,362 g L⁻¹; Mn = 0,002 g L⁻¹; Cu = 0,036 g L⁻¹; B = 0,026 g L⁻¹.

Nesta pesquisa, utilizaram-se o milho híbrido forrageiro, DKB350YG, e a variedade de milho ADR 500. A semeadura do milho e do milho, foram realizadas no dia 02 de novembro de 2011, ambos um dia após a adubação, sendo as sementes distribuídas manualmente nos sulcos de plantio. Dez dias após o plantio, foi realizado um desbaste, para o milho, mantendo-se 14 plantas por metro linear de sulco e, para o milho, ajustou-se a densidade da cultura para sete plantas por metro linear de sulco.

Durante o período experimental, foram realizadas capinas manual e irrigações, sempre que necessárias, para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. O sistema de irrigação utilizado foi aspersão convencional. Foram realizadas irrigações apenas quando necessárias para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo.

No tratamento adicional com adubo mineral, quando as plantas apresentaram oito folhas expandidas, foram realizadas quatro adubações de cobertura com ureia, com 45% de N, quinzenalmente, aplicado manualmente em faixa, sem incorporação e irrigando em seguida, totalizando 60 kg ha⁻¹ de N, conforme recomendado por Sousa e Lobato (2004), para a cultura do milho. Não houve ataque de pragas e de doenças durante o ciclo das culturas, de modo que não houve a aplicação de qualquer defensivo agrícola.

Na época de surgimento da inflorescência feminina, foi colhida a quarta folha do milho abaixo da panícula, e, no milho, coletou-se a folha abaixo da espiga, situada no terço central da planta, em dez plantas de cada unidade experimental. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, por 72

horas, e em seguida, determinaram-se os teores de macro e de micronutrientes, conforme metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997).

Em fevereiro, quando as culturas apresentaram o ponto de colheita para silagem (grãos no estágio pastoso-farináceo e matéria seca variando de 32 a 35%), plantas na parcela útil, ou seja, no centro das duas fileiras centrais de cada parcela experimental, num comprimento de um metro, foram avaliadas, quanto à altura das plantas (ALPL), ao diâmetro do colmo (DCOL), ao número de perfilhos (NPER) e ao número de folhas por planta (NFOL), conforme Silva *et al.* (2010). No milheto, avaliou-se, ainda, o número de panículas (NPAN), que foram transformadas por hectare. Mensuraram-se o tamanho de panículas (TPAN). Para o milho, avaliaram-se as mesmas características morfológicas, exceto número de perfilhos, número de panículas e tamanho de panículas.

Em seguida, todas as plantas da parcela útil das culturas foram cortadas rente ao solo e, determinada a produção de massa fresca total (MFTO). As plantas foram picadas em fragmentos de aproximadamente 2,0 cm, em ensiladeira estacionária elétrica, homogeneizada e amostras de aproximadamente 500 g do material de cada parcela, acondicionadas separadamente em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65°C até atingir peso constante, para a determinação da massa seca total (MSTO).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e heterogeneidade, sendo as variáveis: número de perfilhos, de folhas e de panículas e de espigas transformados para \sqrt{x} para a análise de variância. O tratamento adicional com adubo mineral foi comparado com cada uma das doses de fósforo fornecida pelo biofertilizante suíno pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para as doses de fósforo fornecidas via biofertilizante suíno, foram ajustadas equações de regressão e, por meio dessas, foram estimados o valor máximo, a respectiva dose máxima e 90% da máxima para cada variável estudada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação mineral e as doses de fósforo aplicadas via biofertilizante suíno não apresentaram diferenças significativas para o número de perfilhos e de panículas do milho, com valores médios de 1,93 e 14.933 unidades por planta, respectivamente (TAB. 2).

TABELA 2

Altura de planta (ALPL), diâmetro do colmo (DCOL), número de folhas por planta (NFOL) do milho e do milho, o número de perfilhos por planta (NPER), número de espigas (NPAN) e tamanho de panículas (TPAN) do milho, quando adubados com doses de fósforo na forma de biofertilizante suíno, comparados à adubação mineral

Variável	Doses de P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)					Adubo mineral
	0	50	100	150	200	
Milheto						
ALPL (m)	1,56 b	2,02 b	1,95 b	2,17 a	2,34 a	2,40 a
DCOL (mm)	8,28 b	10,21 a	8,82 b	11,13 a	11,91 a	12,40 a
NFOL (planta ⁻¹)	2,66 b	2,81 a	2,79 a	2,93 a	3,06 a	2,91 a
NPER (planta ⁻¹)	1,75 a	1,75 a	2,04 a	1,96 a	1,90 a	2,19 a
NPAN (unid ha ⁻¹)	14.000 a	15.680 a	17.920 a	14.000 a	14.000 a	14.000 a
TPAN (m)	0,18 b	0,23 a	0,21 b	0,22 a	0,24 a	0,27 a
Milho						
ALPL (m)	1,05 b	1,12 b	1,09 b	1,13 b	1,26 a	1,27 a
DCOL (mm)	10,77 b	12,58 b	12,73 b	14,63 a	15,16 a	15,39 a
NFOL (planta ⁻¹)	8,13 a	9,00 a	9,83 a	10,19 a	10,25 a	10,25 a

Nota: Médias seguidas da mesma letra na adubação mineral com cada dose de P₂O₅ via biofertilizante não se diferem estatisticamente pelo teste Dunett (P<0,05).

Fonte: Do autor

Segundo Barbosa Filho (1987), o fósforo tem papel fundamental no perfilhamento de gramíneas e, com isso, no número de panículas e na produtividade da cultura. Entretanto nesta pesquisa, a adubação não afetou essas variáveis. Entretanto Mesquita e Neres (2008) verificaram que a densidade de perfilhos das cultivares de *Panicum maximum* estudadas

aumentou linearmente com as doses de nitrogênio, o que colabora para o surgimento de maior número de folhas. Frota (2012) evidenciou intensa brotação e capacidade de perfilhamento de genótipos de milho, que se relaciona à produtividade da cultura.

Os resultados referentes às características morfológicas do milho demonstraram que maiores doses de 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ do biofertilizante suíno, bem como a adubação mineral utilizada no cultivo do milho permitiram maior crescimento da parte aérea em altura (TAB. 2). Para o diâmetro do colmo do milho, as doses de 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via biofertilizante foram similares, quando comparada à adubação mineral (TAB. 2).

Mata *et al.* (2010) obtiveram maior altura inicial e diâmetro do colmo de plantas de milho, quando utilizaram adubação orgânica com esterco curtido bovino. Beleze *et al.* (2003) também verificaram resposta do crescimento em altura de cinco híbridos de milho fertilizados na adubação de base com 150 kg ha⁻¹ de adubo na fórmula 15-30-0 (N-P-K) e adubação orgânica com esterco bovino 30.000 Litros ha⁻¹.

Silva *et al.* (2011), estudando o efeito fisiológico de fontes e doses de biofertilizantes no crescimento do milho, verificaram que a altura e o diâmetro do milho responderam mais à ação das fontes de biofertilizantes do que das dosagens. Esses autores verificaram que o biofertilizante enriquecido com esterco bovino proporcionou maior crescimento em altura em comparação com o biofertilizante puro e com o biofertilizante enriquecido com soro de leite.

Rodrigues *et al.* (2012), estudando fontes alternativas para a adubação do milho, não verificaram diferenças significativas entre o fertilizante orgânico de húmus de minhoca peletizado e o fertilizante mineral 8-20-20 para a altura de planta, a altura de inserção de espiga e o diâmetro de caule.

Os parâmetros morfológicos de altura das plantas, diâmetro do colmo e número de folhas do milho apresentaram diferenças significativas entre as doses de biofertilizante e adubação mineral (TAB. 2). A altura média das plantas de milho obtida com o adubo mineral (2,40 m) foi estatisticamente semelhante àquelas obtidas nas maiores doses de biofertilizante e superiores

que àquelas verificadas nas doses 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (TAB. 2). Esses resultados corroboram Tozetti *et al.* (2004), que evidenciaram que a adubação influencia, diretamente, o crescimento de plantas, contribuindo para atingir maiores alturas.

Na presente pesquisa, as maiores alturas do milho encontradas foram inferiores àquelas obtidas por Albuquerque *et al.* (2010), Guimarães Júnior *et al.* (2005) e Amaral (2008). Por outro lado, essa variável obtida nesta pesquisa foi superior à obtida por Silva *et al.* (2000), que foi inferior a 1,60 m.

Costa *et al.* (2005a) obtiveram altura média de plantas de milho de 2,09 m e verificaram correlação positiva entre a altura com o diâmetro do colmo e com a produção de biomassa na floração.

Para o diâmetro do colmo das plantas de milho, com média de 10,53 mm, observou-se que não houve diferenças estatísticas significativas entre as doses de 50, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e a adubação mineral. Já nas doses de 0 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foram inferiores à da adubação mineral (TAB. 2). Os valores médios de diâmetro do colmo nesta pesquisa foram maiores à encontrada por Sobrinho *et al.* (2008), 1,03 mm, ao avaliarem a variedade de milho IPA-BULK 1 – BF, e inferiores as obtidas por Guimarães *et al.* (2005), para os genótipos CMS – 1, BRS – 1501 e BN – 2.

Quanto ao tamanho das panículas de milho, não houve diferença entre as doses de 50, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e a adubação mineral (TAB. 2). Costa *et al.* (2005a), em estudo com o genótipo de milho ENA1, também cultivado na época das águas, conseguiram maior comprimento das panículas (47,20 cm) e verificaram que essa variável se correlacionou à produção de grãos. As panículas são aspectos importantes para a produção dos grãos de milho, que possuem os maiores valores de energia e proteínas da forrageira e, conseqüentemente, para a qualidade da silagem (FLARESSO *et al.*, 2000; GERALDO *et al.*, 2000; PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

Em relação ao número de folhas do milho, a adubação mineral se diferiu apenas do tratamento em que não se fez qualquer tipo de adubação (TAB. 2), com valor médio de 2,86 folhas por planta, menor que 7,6 folhas

obtidas por Sobrinho *et al.* (2008). Já o número de folhas do milho não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos (TAB. 2). Mata *et al.* (2010) verificaram maior número de folhas na cultura do milho, quando adubado com 40 t ha⁻¹ esterco bovino curtido em relação à adubação mineral. Silva *et al.* (2011) verificaram que o maior número de folhas do milho foi obtido pelo enriquecimento do biofertilizante com esterco bovino.

A matéria fresca total do milheto, na dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foi estatisticamente semelhante à adubação mineral, diferindo-se das demais doses (TAB 3), sendo obtida a média da produção de matéria fresca total de 47,06 t ha⁻¹. Segundo Bonamigo (1999), o milheto pode produzir de 20 a 70 t ha⁻¹ de matéria fresca, em função da época de plantio. Essa produção foi inferior ao encontrado por Finholdt *et al.* (2009), de 58,1 t ha⁻¹, cultivado em Latossolo Vermelho distrófico e adubado com fertilizante mineral. Já Chaves *et al.* (2010) afirmam que o milheto pode atingir até 60 t ha⁻¹ de massa verde, quando cultivado no início de setembro a outubro. Entretanto o resultado obtido foi superior ao encontrado por Pires *et al.* (2007) e Frota (2012), de 19,29 e 24,75 t ha⁻¹, respectivamente, quando esses autores avaliaram a mesma cultivar do estudo, ADR500, na época de pleno florescimento.

TABELA 3

A massa fresca (MFTO) e massa seca total (MSTO) do milheto e do milho, em t ha⁻¹, adubados com doses de biofertilizante suíno em relação à adubação mineral

Variáveis	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)					Adubação Mineral
	0	50	100	150	200	
Milheto						
MFTO	24,13 b	41,72 b	36,89 b	55,05 a	52,04b	75,81 a
MSTO	14,77 a	23,48 a	21,12 a	31,34 a	29,39 a	46,09 a
Milho						
MFTO	22,77 b	25,32 b	23,14 b	38,71 a	35,39 a	41,34 a
MSTO	12,58 a	14,21 a	13,32 a	21,68 a	16,75 a	16,89 a

Nota: Médias seguidas da mesma letra na adubação mineral com cada dose de P₂O₅ via biofertilizante não se diferem estatisticamente pelo teste Dunett (P<0,05).

Fonte: Do autor.

Guimarães *et al.* (2005), ao analisarem características agronômicas de genótipo de milho, aos 82 dias, obtiveram produção de matéria verde inferiores à presente pesquisa, para os genótipos CMS 01 e BN-2 de 31,84 e 31,72 t ha⁻¹, respectivamente.

Quanto à produção de matéria seca total do milho, não houve diferenças significativas entre a adubação mineral e as doses de biofertilizante (TAB. 4). A produção média de matéria seca total do milho na presente pesquisa foi de 27,69 t ha⁻¹. Esse valor foi superior ao encontrado por Costa *et al.* (2005b), para genótipos Guerguera (7,75 kg ha⁻¹), HKP (6,65 kg ha⁻¹), Souna III (6,82 kg ha⁻¹), ENA 1 (6,99 kg ha⁻¹) e BRS 1501 (4,46 kg ha⁻¹); por Marcante, Silva, Paredes Júnior (2011), para o genótipo BN-2 (2,3 t ha⁻¹); por Alburquerque *et al.* (2010), que obtiveram produtividades variando de 14,51 a 20,14 t ha⁻¹, para os genótipos Sauna B, BRS 1501, CMS 03, J 1188 e ADR 500 e por Braz *et al.* (2004), para o genótipo BN-2 (12,5 t ha⁻¹). Também Rockenbach *et al.* (2011) obtiveram valores inferiores aos da presente pesquisa para o genótipo ADR500 (9,9 t ha⁻¹).

Comparando a adubação mineral com as doses de biofertilizante suíno, verificou-se que a matéria fresca da parte aérea total do milho (MFTO) foi maior, quando adubadas com as maiores doses de biofertilizante e similar à adubação mineral (TAB. 3), evidenciando a eficiência dessa adubação orgânica na produtividade do milho. Segundo Bulluck *et al.* (2002), citados por Galbiatti *et al.* (2011), o esterco bovino e compostos naturais atuam como condicionadores orgânicos, sendo superiores aos fertilizantes sintéticos, pois melhoram os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, e promovem aumentos na produtividade das plantas.

Na presente pesquisa, a maior produção de matéria fresca total do milho, obtida com adubação mineral, 41,34 t ha⁻¹, não se diferiu das maiores dose de biofertilizante. Foi bem próxima àquelas encontradas por Oliveira *et al.* (2010), de 38,18 t ha⁻¹, na região sudeste, e por Beleze *et al.* (2003), que variaram de 42,31 t ha⁻¹ a 47,93 t ha⁻¹.

Konzen (2006), no município de Rio Verde, Goiás, trabalhando com diferentes doses de biofertilizante no cultivo de milho num Latossolo

Vermelho-Amarelo, verificou que a dose de 50 m³ foi suficiente para se conseguir a produtividade média de milho da região.

Por outro lado, Mata *et al.* (2010) não verificaram diferença significativa para a matéria verde da espiga, matéria verde da planta e matéria verde total do milho, em função de doses da adubação orgânica (esterco bovino) e mineral (500 kg ha⁻¹ de adubo 4-14-8+Zn) no milho híbrido cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Segundo Galbiatti *et al.* (2011), os biofertilizantes fornecem, de forma equilibrada, macro e micronutrientes no ambiente radicular e aumentam a absorção de água e de nutrientes pelas plantas.

Para a produção de matéria seca total do milho, verificou-se que não houve diferença significativa da adubação mineral com as doses de biofertilizante suíno, exceto para a matéria seca de folha, no tratamento sem aplicação de biofertilizante, que foi inferior à adubação mineral (TAB. 3). Também Beleze *et al.* (2003) não verificaram diferenças significativas para a produção de matéria seca do milho adubado com adubo orgânico e mineral.

De acordo com os resultados obtidos, o biofertilizante suíno apresenta-se como uma fonte alternativa de nutrientes em relação aos adubos minerais, podendo substituir a fertilização do milho forrageiro. Vários autores (CERETTA *et al.*, 2005, GIACOMINI; AITA, 2008; LÉIS *et al.*, 2009) também comprovaram a eficácia da aplicação dos dejetos de suínos como biofertilizantes na produtividade de milho. Giacomini e Aita (2008) verificaram que o uso de 60m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos gerou um rendimento superior a 250% em grãos de milho, se comparado à testemunha.

Bezerra *et al.* (2008) avaliaram doses e intervalos de aplicação de biofertilizante na produção de milho e verificaram melhor desempenho no uso de biofertilizante na dose de 20 mL L⁻¹, obtendo maior número de espigas por planta e melhor desempenho no crescimento em intervalo de 15 dias de aplicação de biofertilizante. Silva *et al.* (2011), ao compararem fontes minerais com orgânicas de fósforo, destacaram o efeito residual dessa fonte, a qual se torna uma alternativa para a adubação fosfatada. Esses autores ressaltam que a reciclagem de resíduos orgânicos, visando ao seu

aproveitamento, é uma alternativa ambientalmente estratégica e viável economicamente para a produção de fertilizantes.

Em relação às doses de biofertilizante suíno, verificou-se resposta linear para a produção de matéria fresca total do milho, em função das doses de fósforo. Já matéria seca do milho apresentou média de 27,70 t ha⁻¹ (TAB. 4).

TABELA 4

Equações de regressão ajustadas para a matéria fresca total (MFTO) e matéria seca total (MSTO) do milho e do milho, em função das doses de fósforo aplicadas via biofertilizante suíno, comparadas à com adubação mineral.

Variáveis	Equação Regressão	R ²	Prod. Máx.	Dose Máx. (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	90% Prod. Máx.	90% Dose Máx. (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)
Milho						
MFTO	y=28,136+0,1383**x	0,77	55,79	200	50,21	180
MSTO	y = 27,70	-	-	-	-	-
Milho						
MFTO	y=21,34+0,0773**x	0,67	36,80	200	33,12	180
MSTO	y = 15,90	-	-	-	-	-

Nota: **, * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de t.

Fonte: Do autor.

A produção de matéria fresca de milho foi obtida de 55,79 t ha⁻¹, na dose máxima de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via biofertilizante, embora, possa obter-se uma produção de 50,11 t ha⁻¹, correspondendo a 90% dessa dose (180 kg ha⁻¹ de P₂O₅), considerada como dose necessária para obter a produção econômica (TAB. 4).

Na produção do milho, verificou-se um ajuste linear na matéria fresca total do milho, em função das doses de biofertilizante suíno (TAB. 4). Esse resultado indica que as plantas responderam bem à adubação orgânica. Já Ceretta *et al.* (2005) verificaram que o uso de dejetos líquidos de suínos como biofertilizante promoveu acréscimos nas produtividades de matéria seca do milho de forma quadrática no primeiro ano e linear no segundo ano.

Quanto aos teores foliares de nutrientes no milheto, de modo geral, os maiores teores foram observados nos tratamentos com adubação mineral e maiores doses de biofertilizante suíno, fornecendo 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (TAB. 5).

TABELA 5

Teores foliares do milheto (g kg⁻¹) de nitrogênio (N), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de enxofre (S), (mg kg⁻¹) de ferro (Fe), de manganês (Mn), de zinco (Zn), de cobre (Cu) e de boro (B), quando adubado com adubação mineral em relação às doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo

Nutrientes	Doses de P ₂ O ₅					Adubo mineral
	0	50	100	150	200	
N (g kg ⁻¹)	13,0 a	14,5 a	18,6 b	22,3 a	23,8 a	19,4 b
P (g kg ⁻¹)	1,5 a	1,6 a	2,9 b	3,3 b	3,7 a	2,6 b
K (g kg ⁻¹)	14,0 b	19,3 a	21,2 a	23,5 a	26,4 a	22,3 a
Ca (g kg ⁻¹)	4,2 a	5,6 a	5,8 a	6,2 b	6,9 b	4,2 a
Mg (g kg ⁻¹)	2,1 b	2,6 b	3,1 a	3,2 a	3,7 a	3,1 a
S (g kg ⁻¹)	1,1 a	2,2 a	2,4 b	2,8 b	3,1 b	1,8 a
Fe (mg kg ⁻¹)	111,0 a	104,0 a	97,0 a	97,0 a	110,0 a	102,0 a
Mn (mg kg ⁻¹)	22,0 a	24,0 a	25,0 a	28,0 a	34,0 a	29,0 a
Zn (mg kg ⁻¹)	6,7 a	6,9 a	8,4 a	9,2 b	9,7 b	8,1 a
Cu (mg kg ⁻¹)	6,5 a	9,9 a	10,8 b	16,5 b	17,7 b	8,5 a
B (mg kg ⁻¹)	8,0 a	8,6 a	8,4 a	9,1 a	10,5 b	8,8 a

Nota: Médias seguidas da mesma letra nas linhas não se diferem significativamente pelo teste de Dunett (P>0,05).

Fonte: Do autor.

Nesses tratamentos, de acordo com o Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), os teores de macronutrientes foram considerados adequados para o milho. Cabe ressaltar que, devido ao alto potencial de produção de forragem do milho, se tem elevada demanda por nutrientes, especialmente nitrogênio (HERINGER; MOOJEN, 2002).

Seidel *et al.* (2010) não verificaram diferenças significativas para os teores foliares de nitrogênio, de fósforo, de potássio, de cálcio e de magnésio nas plantas de milho, quando foram adubadas com doses crescentes de biofertilizante suíno.

De modo geral, os teores de nutrientes foliares do milho obtidos nas maiores doses de biofertilizante suíno e na adubação mineral encontram-se dentro da faixa recomendada para a cultura, de acordo com Martinez *et al.*, (1999) (TAB. 6). Outros autores, como Berenguer *et al.* (2008), citados por Mondardo *et al.* (2011) e Seidel *et al.* (2010), também verificaram teores foliares de nutrientes adequados para milho, quando adubado com dejetos líquidos de suínos.

TABELA 6

Teores foliares do milho de nitrogênio (N), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de enxofre (S), de ferro (Fe) e de manganês (Mn), de zinco (Zn), de cobre (Cu) e de boro (B), quando adubado com adubação mineral em relação às doses de biofertilizante suíno calculadas pelos teores de fósforo

Nutrientes	Doses de P ₂ O ₅					Adubo mineral
	0	50	100	150	200	
N (g kg ⁻¹)	21,4b	24,6b	32,1b	35,6b	37,3b	2,78 a
P (g kg ⁻¹)	2,1b	2,6b	2,9 a	3,2 a	3,8 a	3,2 a
K (g kg ⁻¹)	17,2b	19,3b	22,4b	25,7b	28,9b	2,14 a
Ca (g kg ⁻¹)	3,9 a	4,5 a	4,5 a	4,4 a	4,7 a	4,5 a
Mg (g kg ⁻¹)	2,8 a	3,0 a	3,2 a	3,4 a	3,5 a	3,5 a
S (g kg ⁻¹)	1,2 a	1,9 a	2,1 a	2,6 b	2,9 b	1,6 a
Fe (mg kg ⁻¹)	223 a	234 a	246 a	255 a	252 a	265 a
Mn (mg kg ⁻¹)	155 a	162 a	159 a	161 a	157 a	167 a
Zn (mg kg ⁻¹)	54 b	66 b	75 a	82 a	88 a	85 a
Cu (mg kg ⁻¹)	15 a	17 a	22 a	27 b	32 b	15 a
B (mg kg ⁻¹)	10 a	12 a	16 a	21 b	27 b	15 a

Nota: Médias seguidas da mesma letra nas linhas não se diferem Dunett (P>0,05).

Fonte: Do autor.

Dentre os nutrientes analisados, o nitrogênio foi o elemento encontrado em maior concentração nos tecidos foliares das plantas de milho para doses crescentes de biofertilizante. Também Fernandes *et al.* (1999) estudando sistemas de cultivos e adubação nitrogenada para o milho, verificaram que o nitrogênio foi o elemento encontrado em maior concentração nos tecidos foliares, sendo o nutriente acumulado em maior quantidade na parte aérea do milho.

O biofertilizante suíno foi fonte de macronutrientes e de micronutrientes para a cultura e aumentou a disponibilidade de nutrientes do solo para as plantas de milho. Segundo Sanyal e De Datta (1991), a adição de matéria

orgânica ao solo, além do fornecimento de nutrientes, diminui a adsorção de fósforo e aumenta a disponibilidade desse nutriente para as plantas. Além disso, segundo os autores, há um aumento do teor de substâncias orgânicas, que interferem nas membranas celulares e aumentam a absorção de nutrientes pelas plantas.

4 CONCLUSÃO

A maioria das variáveis de parâmetros morfológicos das plantas de milheto e milho foi superior nas maiores doses do biofertilizante suíno e similar na adubação mineral. Já o número de folhas das plantas do milho, número de panículas e perfilhos do milheto não foram influenciados pelos tratamentos.

A dose de 200 kg de P_2O_5 proporcionou produtividade de massa fresca do milheto superior à adubação mineral. Verificou-se um ajuste linear às doses. As maiores doses de biofertilizante suíno obtiveram produtividades de matéria fresca semelhantes a adubação mineral para o milho, com resposta linear à adubação orgânica. Não houve diferença significativa na produção de massa seca do milheto e milho para as doses, evidenciando a eficiência da adubação de biofertilizante suíno na produção dessas forrageiras, no período das águas.

O biofertilizante suíno foi fonte de macronutrientes e de micronutrientes, aumentando a disponibilidade de nutrientes do solo para as culturas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. M. de; LIMA, G. F. da C.; SANTOS, M. V. F. dos; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; MEDEIROS, H. R. de; Q. BORGES. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2226-2233, 2006.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; LANZA, M. A.; PAES, J. M. V.; FREITAS, R. S. de. Produtividade do milheto para silagem no Município de Uberlândia, MG. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28. 2010, Goiânia, Mato Grosso. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. 1 CD-ROM.
- AMARAL, P. N. C. Produção e qualidade da silagem de três cultivares de milheto. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 611-617, 2008.
- ARAÚJO, A. A. **Forrageiras para ceifa**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1978. 173p.
- ARAÚJO, F. F. de. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 33, n. 2, p. 355-360, 2011.
- ARAÚJO, F. F.; SANTOS JÚNIOR, J. D. Desenvolvimento e nutrição de milho em solo degradado biofertilizado com fosfato natural, enxofre e *Acidithiobacillus*. **Caatinga Mossoró**, v. 22, n. 1, p. 98-103, jan./mar. 2009. Disponível em: <www.ufersa.edu.br/caatinga>. Acesso em: 14 ago. 2012.
- ARAÚJO, J. F. **Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.) no Submédio São Francisco**. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- BARBOSA FILHO, M. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e inundado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129p. (Boletim técnico, 9).
- BASI, S.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, R. K.; SANDINI, I. E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n.3, p. 219-234, 2011.

BASTOS, A. O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; OLIVEIRA, G. C.; FRAGA, A. L.; SARTORI, I. M. Efeitos da inclusão de níveis crescentes de milheto (*Pennisetum Glaucum* (L.) R. Brown) grão na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.1, p. 98-103, 2006. Disponível em: <www.sbz.org.br>. Acesso em: 13 abr. 2012.

BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U. ; DIAN, P. H. M.; MARTINS, E. N.; FALCÃO, A. J. DA S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.3, p.529-537, 2003.

BELLON, P. P.; MEINERZ, C. C.; MONDARDO, D.; OLIVEIRA, P. S. R. de.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Influência de doses de dejetos suínos na produção de matéria seca do milheto (*Pennisetum glaucum*). **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: <http://revistas.utfp r.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewArticle/590>. Acesso em: 29 mar. 2012.

BERENQUER, J.; CELA, C.; SANTIVERI, F.; BOIXADERA, J.; LOVERAS, J. L. Copper and Zinc Soil Accumulation and Plant Concentration in Irrigated Maize Fertilized with Liquid Swine Manure. **Agronomy Journal**, v. 100, n. 04, p.1056-1061, 2008.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.

BEROVA, M.; KARANATSIDIS, G. Physiological response and yield of pepper plants (*capsicum annum* L.) to organic fertilization. **Journal Central European Agriculture**, v. 9, n. 4, p. 715-722, 2008.

BEZERRA, L. L.; SILVA FILHO, J. H.; ANDRADE, D. F. R.; MADALENA, J. A. S. Avaliação da aplicação de biofertilizante na cultura do milho: crescimento e produção. **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.3, p.131-139, 2008.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. DE; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. DE L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 843-851, 2008.

BONAMIGO, L. A. A. A cultura do milheto no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Brasília. **Anais...**Brasília: Embrapa, 1999. p. 31-65.

BRASIL. Decreto 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980. **Diário Oficial da União**, 15 jan. 2004.

BRASIL. Lei 6.894, de 16.12.1980. Dispõe sobre “a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 17 dez.1980.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J. ; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, p. 83-87, 2004.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, p. 83-87, 2004.

BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (Graminea). **American Journal of Botany**, v. 64, n. 2, p. 161-176, 1977.

BULLUCK, L.R.; BROSIUS, M.G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J. B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, n.2, p.147-160, 2002.

BUSO, W. H. D. Uso do milho na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 22, 2011.

CABEZAS LARA, W. A. R.; ALVES. B. J. R.; URQUIAGA, S.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1005-1013, 2004.

CARPIM, L. K.; ASSIS, R. L. de.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVA, G. P.; PIRES, F. R.; PEREIRA, V. C.; GOMES, G. V.; SILVA, A. G. Avaliação da liberação de nutrientes na palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2813-2819, 2008.

CARVALHO, E. L. **Uso de biofertilizante oriundo da bovinocultura leiteira na produção e qualidade do sorgo forrageiro**. 2011. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2011.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Mattos, W. R. S. (Org.). A produção animal na visão dos brasileiros. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais**. Piracicaba, 2001, p.853-871. 2001. 1 CD-ROM.

CASTOLDI, G.; COSTA, M. S. S. DE M.; COSTA, L. A. DE M.; PIVETTA, L. A.; STEINE, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2011, vol.33, n.1, p. 139-146.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B.; HERBES, M. G.; MOREIRA, I. C. L.; BERWANGER, A. L. Dejeito líquido de suínos: I-Perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, 2005.

CHAVES, F. F.; NOCE, M. A.; CARVALHO, D. O.; SOBRINHO, J. B. G.; PESSOA, S. T. E. ; VASCONCELLOS, J. H. Transferência de Tecnologias para Produção Sustentável no Semiárido Mineiro. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, 28., Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010, p. 3432- 3438.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C. **Cultivo do milho**. 2. ed. [S. l.]: [s. n.], 2006.

COLEN, F. **Potencial energético do caldo de cana-de-açúcar como substrato em reator UASB**. 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2003.

COLLIER, L. S.; CASTRO, D. V.; DIAS NETO, J. J.; BRITO, D. R.; RIBEIRO, P. A. A. Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1100-1105, 2006.

CÓSER, A.C., MARASCHIN, G. E. Desempenho animal em pastagens de milheto comum e sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.4, p. 421-426, 1983.

COSTA, A. C. T. da; GERALDO, J.; OLIVEIRA, L .B. de; DIAS, A. H.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Correlação residual entre caracteres de importância em genótipos de milheto, semeados em duas épocas. **Revista Universidade Rural**, v. 25, n. 2, p. 38-45, jul./dez., 2005a.

COSTA, A. C. T. da; GERALDO, J.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milheto semeados em duas épocas. **Revista Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p 1171-1177, dez. 2005b. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n12/27506.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2012.

DADOS METEOROLÓGICOS. ICA/UFMG, 2011. Disponível em: <http://www.ica.ufmg.br/gemisa>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Porto Alegre: Emater, 2002.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F. G. dos. **Fisiologia da planta de milho**. Circular Técnica, Sete Lagoas, v. 28, p. 16, 2003.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; PAVINATO, P. S.. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira Ciência Solo**, n. 26, p. 983-992, 2002.

ELÓI, C. M. A. **Enquadramento das “zonas de vida” de HOLDRIDGE na classificação climática de Minas Gerais**. 2001. 48 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2006. 306 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

FAO - Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT2005**: FAO statistical databases. 2008. Disponível em: <www.fao.org.br>. Acesso em: 27 set. 2012. **FATMA**. Instrução Normativa IN-11. Florianópolis: FATMA, 2004.

FERNANDES, L. A.; VASCONCELLOS, C. A.; FURTINI NETO, A. E.; ROSCOE, R.; GUEDES, G. A. de A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Df, v. 34, n. 9, p.1691-1698, set. 1999.

FINHOLDT, R. S.; ASSIS, A. M.; BISINOTTO, F. F.; AQUINO JÚNIOR, V. M.; SILVA, L. O. Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes. **Revista Uberaba**, n. 6, p. 11-52, 2009. Disponível em: www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article. Acesso em: 14 nov. 2011.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. D. Cultivares de milho (*Zea mays L.*) e Sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench.*) para ensilagem no alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p.1608-1615, 2000.

FORTES NETO, P.; FERNANDES, S. A. P.; JAHNEL, M. C. **Microbiota do solo como indicadora da poluição do solo e do ambiente**. In: Microbiota do solo e qualidade ambiental. Ed. SILVEIRA, S. P. D.; FREITAS, S. S.: IAC, 2007. Cap. 4, p. 259-274, 2007.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; PINTO, F. A.; CECON, P. R.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 120-125, 2004.

FRIZZO FILHO, O. **Produtividade e composição química de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.) em diferentes idades de corte visando à fenação**. 2004. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

FROTA, B. C. B. **Avaliação agrônômica e nutricional de cinco genótipos de milheto**. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2012. 57 p.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G. da; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p. 167-177, 2011.

GERALDO, J.; ROSSIELLO, R. O. P.; ARAÚJO, A. P.; PIMENTEL, C. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milheto pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 7, p.1367-1376, jul. 2000.

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

GUIDELI, C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Produção e qualidade do milheto semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.10, p.2093-2098, out. 2000.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; JAYME, D. G.; PIRES, D. A. DE A., BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUEZ, N. M., SALIBA, E. O. S., BORGES, I. Matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal e pH das silagens de três genótipos de milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) r. br.] em diferentes períodos de fermentação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.251-258, 2005.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 875-882, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n2s0/21276.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2012.

HUTCHINSON, J. **Evolutionaty studies in world crops**. Londres: Cambridge University Press, 1974. p. 22.

IBGE - **Instituto brasileiro de geografia e estatística**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1605&id_pagina=1&titulo=Em-abril,-IBGE-preve-safra-recorde-para-2010>. Acesso em: 10 out. 2011.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. Uso do milho como planta forrageira. **Circular Técnico**, Campo Grande, n. 46 dez. 2000.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p.1308-1315, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4/08.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

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

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Cultivo do milho, fertilidade do solo e adubação orgânica. In: V SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DE MILHO. 5., 2007. **Anais...** Videira: CNPMS. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/ferorganica.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Fertilidade de solos: adubação orgânica. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 1).

LÉIS, C. A.; COUTO, R. R.; DORTZ BACH, D.; COMIN, J. J.; SARTO, L. R. Rendimento de milho adubado com dejetos de suínos em sistema de plantio direto sem o uso de agrotóxicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3814-3817, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potáfos, 1997. 319p.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E DE CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. 10ª Edição. Porto Alegre: Comissão de Química do Solo, 2004. 394p.

MARCANTE, N. C.; SILVA, M. A. C.; PAREDES JÚNIOR, F. P. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 196-204, mar./abr., 2011.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. 20. ed. [S. l.]: Viçosa, 1999. Cap. 17.

MARTINS, J. D.; RESTLE, J.; BARRETO, I. L. Produção animal em capim papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc) submetido a níveis de nitrogênio. **Revista Ciência Rural**. 2000, v. 30, n. 5, p. 887-892. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n5/a25v30n5.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2011.

MATA, J. F.; Da SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; AFFÉRI, F. S.; VIEIRA, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. v.3, n. 3, set./dez, 2010.

MEDEIROS, L. T.; REZENDE, A. V. de; P. de F. VIEIRA; NETO, F. R; VALERIANO, da C. A. R.; CASALI, A. O.; GASTALDELLO JUNIO, A. L.. Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertiirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Sociedade Brasileira de Zootecnia. v. 36, n. 2, p. 309-318, 2007.

MENEZES JUNIOR, F. O. G.; MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em "NFT" com soluções nutritivas de origem química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, pp. 632-637, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextepid=S010205362004000300027&lng=en&nm=iso>. Acesso em: 24 abr. 2011.

MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; ANDRADE, C. L. T.; KONZEN, E. A.; PIMENTA, F. F. Aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de grãos em sistema de plantio direto e avaliação do impacto ambiental. **Revista Plantio Direto**, v. 9, n. 1, p. 30-35, 2003.

MESQUITA, E. E. ; PINTO, E. E. Nitrogênio e Métodos de Semeadura no Rendimento da Forragem de Pós-Colheita de Sementes de Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 971-977, 2000.

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum maximum* em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p.201-209, 2008.

MONDARDO, D. D.; CASTAGNARA, P. S. R. de; OLIVEIRA, T. Z.; MESQUITA, E. E. Produção e composição químico-bromatológica da aveia preta fertilizada com doses crescentes de dejetos líquido suíno. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE. v. 42, n. 2, p. 509-517, abr./jun, 2011. Disponível em:<www.ccarevista.ufc.br>. Acesso em: 4 nov. 2011.

MOOJEN, E. L.; RESTLE, J.; LUPATINI, G. C.; MORAES, A. G. Produção animal em pastagem de milho sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.11, p.2145-2149, nov. 1999.

MOREIRA, I.; BASTOS, A. O.; SCAPINELO, C.; FRAGA, A. L.; KUTSCHENKO, M. Diferentes tipos de milho utilizados na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 495-501, mar.-abr., 2007.

MARTINS NETTO, D. A.; BONAMIGO, L. A. Milho: característica da espécie e uso. In: MARTINS NETTO, D. A.; DURÕES, F. O. M. (Eds.). **Milho: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, DF: Embrapa, 2005. p.17-33.

NORMAN, M. J. T.; PEARSON, C. J.; SEARLE, P. G. E. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*). In: _____. **The ecology of tropical food crops**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1995. p. 164-181. NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381 p.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, **Anais...** Maringá: [s.n.], 2001. p. 127-145.

OLIVEIRA, F. das; COSTA, Z. V. B. da; FARIAS, A. A. de; ALVES, A. DE S.; SANTOS, J. G. R. dos. Crescimento e produção do milho em função da aplicação de esterco bovino e biofertilizante. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 216-225, abr./jun. 2011. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1559/678>>. Acesso em: 16 maio 2012.

OLIVEIRA, J. S. E.; SOBRINHO, F. DE S.; BENITES, F. R. G.; MACHADO, J. C. Cultivares de milho para silagem recomendações para as Regiões Sul, Sudeste e Brasil-Central. **Circular Técnica**, Juiz de Fora, dez. 2010.

PAULINO, P. V. R. **Milho: aspectos nutricionais e agrônômicos**. 30 jul. 2003. Recursos Humano no Agronegócio. Disponível em: <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/printpublicacao.do?cdnoticia=450>. Acesso em: 14 de nov. 2011.

PEREIRA FILHO, I. A., FERREIRA, A. S., COELHO, A. M., CASELA, C. R., KARAM, D., RODRIGUES J. A. S.; CRUZ, J. C., WAQUIL, J. M. Manejo da Cultura do Milho. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, v. 29, p. 65, dez. 2003.

PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. da S.; C. A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, RODRIGUES, D.; J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. Fisiologia da planta de milheto. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, v. 28, dez. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milheto/CultivodoMilheto_3ed/autores.htm>. Acesso em: 12 mar. 2012.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; KARAM, D.; COELHO, A. M.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; LARA CABEZAS, W. Manejo da cultura do milheto. In: NETTO, D.A.M.; DURÕES, F.O.M. (Eds). **Milheto: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, Embrapa/Informações Tecnológicas, 2005. p.59-87.

PINHEIRO, M. da S. M.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; FREITAS, R. T. F. de; BERTECHINI, A. G.; SILVA, H. O. Milheto moído em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 99-109, 2003.

PIRES, F. B.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; SANTOS, S. C, VIEIRA NETO, A. S.; Sousa, J. P. G. Desempenho agrônomico de variedades de milheto em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 41-49, 2007.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1015-1020, 2004.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, 2001, p. 83-90. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180218347010>>. Acesso em: 29 out. 2012.

RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I. L.; PASCOAL, L. L.; da SILVA, J. H. S.; PELLEGRINI, L. G. de; SOUZA, A. N. M. de. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando à produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 2002, v. 31, n. 3, p.1235-1244.

REZENDE, C. de P.; PEREIRA, J. M.; PINTO, J. C.; BORGES, A. M. F.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, I. F. de; EVANGELISTA, A. R. Estrutura do pasto disponível e do resíduo pós-pastejo em pastagens de capim Cameroon e capim Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p.1742-1749, 2008.

ROCKENBACH, A. P.; ARALDI, D. F.; SCHNEIDER, T.; RUBIN, D. H.; TRAGNAGO, J. L.; LORENZONI, A. Produção de MS de diferentes cultivares de milheto submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada. In: XVI SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 16.; XIV MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14.; IX

MOSTRA DE EXTENSÃO, 9., 2011, Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2011.

RODRIGUES, T. R. D.; BROETTO, L.; OLIVEIRA, P. S. R. de; RUBIO, F. Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. **Journal Biosciencie**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 509-514, jul./ago. 2012.

SANTOS, A.C.V. A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti e fitoprotetor em lavouras comerciais. In: HEIN, M. (Org.) **Resumos do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças**. Botucatu: Agroecológica, 2002. p. 91-96.

SANYAL, S.; De DATTA, S. Chemistry of phosphorus transformations in soil. **Adv. Soil Science**, n.16, p. 2-120. 1991.

SCHERER, E. E. ; BALDISSERA, I. T.; C. N. NESI. Propriedades químicas de um latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, p. 123-131, 2007.

SCHERER, E. E. ; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira Ciências Solo**, v. 34, p.1375-1383, 2010.

SEGANFREDO, M. A. Os dejetos suínos são um fertilizante ou um poluente do solo? **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 3, p.129-141, 1999.

SEIDEL, E. P.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; VANIN, J. P.; STREY, L.; SCHWANTES, D. ; NACKE, H. 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, 2010.

SEIFFERT, N. F.. Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*. **Circular Técnica**, Campo Grande, n. 1, 1984.

SILVA, E. C. F. **Produção de composto orgânico**. 2008. 30 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Cafeicultura (Monografia) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

SILVA, F. N. da; BRAGA, A. P.; LOPES, S. H. V.; Milheto (*Pennisetum americanum*, L.) uma alternativa forrageira para a alimentação animal no município de Mossoró. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 2, n.1, p. 41-46, 2000.

SILVA, M. DE O.; STAMFORD, N. P.; AMORIM, L. B. DE; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. DE; SILVA, M. DE O. Diferentes fontes de P no desenvolvimento do meloeiro e disponibilidade de fósforo no solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 268-277, 2011a.

SILVA, S. F. da; ARAÚJO, D. L. de; FREITAS, B. V. de; ARAÚJO, D. L. de; MESQUITA, E. F. de. Comportamento fisiológico do milho sob manejo orgânico. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 5, p. 33 - 39, dez. 2011b. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>. Acesso em: 27 out. 2012.

SILVA, T. M. R. da; PRADO, R. DE M.; VALE, D. W. do; AVALHÃES, C. C.; PUGA, A. P.; FONSECA, I. M. Toxicidade do zinco em milho cultivado em Latossolo Vermelho Distrófico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.3, p.336-340, jul.-set., 2010.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho** (Zea Mays L.). 2003. 92.f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SOBRINHO, W. N.; SANTOS, R. V. dos. ; SOUSA, A. A. de.; FARIAS JÚNIOR, J. A. de. Fontes de adubação na cultura do milho no semi-árido. **Agropecuária Científica no Semi-Árido** - ACSA, v. 04, p. 48-54, 2008. Disponível em: <www.cstr.ufcg.edu.br/acsa>. Acesso em: 30 set. 2012
SOUSA; D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

STREIT, G. N. **Implantação de lavoura de soja (*Glycine max*), com milho em sucessão (*Pennisetum glaucum*), na região de Cristalina-GO**. Faculdades Integradas: Planaltina, 2009. Boletim Técnico.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. ; BOHNEN, H.; VOKMEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

TOZETTI, A. D.; BILLIA, R. C.; SILVA, C.; CERVIGNI, G.; GOMES, O. M. T. Avaliação de progênies de milho na presença e ausência de adubo. **Revista científica eletrônica de agronomia**, n. 5, jun. 2004.
UENO, R. K.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; BASI, S.; ROSÁRIO, J. G. DO. Dinâmica dos nutrientes do solo em áreas destinadas à produção de milho para forragem. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, n.1, p.182-203, 2011.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. DE; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. DE. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/brag/v66n2/07.pdf>>. Acesso em: 1 maio 2012.

APÊNDICE A

TABELA 1

Intervalos de confiança¹ e médias dos teores do solo de pH, fósforo Melich (P mel.), fósforo remanescente (P rem.), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e matéria orgânica (M. O.) adubado com adubação mineral e doses de biofertilizante suíno no cultivo de milho, no período de 06 de junho a 24 de setembro de 2011

03/06/2011						
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
Ph	6,15 ± 3,88	6,35 ± 4,62	6,05 ± 4,76	6,70 ± 3,76	6,60 ± 4,22	6,70 ± 4,49
P mel. (mg L ⁻¹)	3,01 ± 3,63	3,34 ± 3,39	25,42 ± 63,65	74,27 ± 140,27	87,45 ± 144,89	26,76 ± 49,16
P rem. (mg L ⁻¹)	26,36 ±18,00	22,01 ± 12,92	21,47 ± 15,12	23,43 ± 13,13	23,43 ± 13,93	21,20 ± 13,89
K (mg kg ⁻¹)	209,00 ± 153,11	211,50 ± 249,61	226,50 ± 262,27	262,00 ± 240,12	385,00 ± 442,28	270,00 ± 294,92
Ca (cmol kg ⁻¹)	4,50 ± 3,56	5,10 ± 5,10	4,25 ± 4,62	3,90 ± 3,37	3,80 ± 3,78	4,50 ± 3,31
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,40 ± 1,06	1,30 ± 0,84	1,35 ± 1,36	1,50 ± 1,28	1,25 ± 0,76	1,40 ± 0,82
M.O (dag kg ⁻¹)	2,86 ± 2,15	2,74 ± 5,47	3,16 ± 2,84	3,16 ± 2,34	2,87 ± 1,74	2,71 ± 1,69
17/06/2011						
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	6,20 ± 3,59	6,45 ± 4,06	6,15 ± 4,34	6,35 ± 3,83	6,15 ± 3,30	6,90 ± 4,43
P mel. (mg L ⁻¹)	6,16 ± 13,32	4,54 ± 2,68	18,43 ± 34,60	34,48 ± 190,04	27,93 ± 64,42	72,15 ± 194,75
P rem. (mg L ⁻¹)	24,04 ± 15,24	26,01 ± 16,62	27,87 ± 20,30	29,89 ± 18,37	25,33 ± 19,35	27,08 ± 18,69
K (mg kg ⁻¹)	52,99 ± 43,66	36,94 ± 39,76	39,57 ± 25,23	40,15 ± 44,79	44,98 ± 41,39	69,05 ± 63,47
Ca (cmol kg ⁻¹)	4,90 ± 2,98	5,10 ± 4,47	4,30 ± 4,87	4,65 ± 3,96	4,15 ± 3,44	5,40 ± 4,37
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,15 ± 0,80	1,35 ± 1,75	1,40 ± 1,00	1,25 ± 0,96	1,20 ± 0,90	1,40 ± 1,58

M.O (dag kg ⁻¹)		3,39 ± 1,89	3,23 ± 2,77	2,86 ± 1,93	3,31 ± 2,14	3,00 ± 1,84	78,50±45,53
01/07/2011							
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200	
pH	6,45 ± 3,62	6,75 ± 4,30	6,40 ± 3,83	6,15 ± 3,41	6,35 ± 3,92	7,00 ± 4,80	
P mel. (mg L ⁻¹)	10,95 ± 85,32	3,34 ± 3,17	18,33 ± 48,25	25,48 ± 28,55	61,51 ± 102,18	60,31 ± 110,55	
P rem. (mg L ⁻¹)	26,00 ± 17,97	26,01 ± 19,01	25,66 ± 14 93	24,77 ± 19,99	23,44 ± 17,51	27,45 ± 16,27	
K (mg kg ⁻¹)	40,18 ± 45,55	36,94 ± 31,83	39,34 ± 40,97	41,75 ± 65,18	48,18 ± 56,97	50,59 ± 43,07	
Ca (cmol kg ⁻¹)	5,00 ± 3,53	4,75 ± 3,63	4,25 ± 3,69	0,00 ± 0,00	4,10 ± 3,29	4,95 ± 4,64	
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,25 ± 0,96	1,30 ± 1,09	1,20 ± 1,50	0,00 ± 0,00	1,05 ± 2,00	1,45 ± 1,24	
M.O (dag kg ⁻¹)	2,71 ± 1,95	2,64 ± 2,47	3,00 ± 2,15	28,92 ± 14,46	2,93 ± 1,64	2,86 ± 2,15	
15/07/2011							
Variáveis / Trat.	Ad. Quím.	0	50	100	150	200	
pH	6,05 ± 3,73	6,40 ± 4,23	5,65 ± 4,00	5,55 ± 4,00	5,70 ± 3,21	6,30 ± 4,15	
P mel. (mg L ⁻¹)	6,92 ± 8,90	2,03 ± 3,26	7,01 ± 21,77	18,01 ± 35,07	13,06 ± 18,41	29,56 ± 31,62	
P rem. (mg L ⁻¹)	27,45 ± 16,27	25,37 ± 17,34	24,04 ± 14,72	24,35 ± 15,58	24,05 ± 17,52	26,02 ± 16,04	
K (mg kg ⁻¹)	187,50 ± 261,74	109,50 ± 136,16	172,57 ± 175,61	217,00 ± 230,61	190,00 ± 241,60	236,50 ± 182,91	
Ca (cmol kg ⁻¹)	4,45 ± 3,52	4,60 ± 4,36	4,00 ± 3,88	3,60 ± 2,43	3,45 ± 2,63	5,00 ± 4,94	
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,65 ± 1,41	1,55 ± 1,70	1,60 ± 1,59	1,85 ± 1,96	1,55 ± 1,18	1,45 ± 1,65	
M.O (dag kg ⁻¹)	2,79 ± 2,07	2,79 ± 2,28	2,93 ± 1,65	2,57 ± 2,95	28,92 ± 14,46	2,86 ± 1,63	
29/07/2011							
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200	
pH	5,95 ± 3,66	6,30 ± 4,49	5,90 ± 4,40	5,70 ± 3,83	5,65 ± 3,48	5,65 ± 3,86	
P mel. (mg L ⁻¹)	9,27 ± 16,38	2,85 ± 3,51	9,55 ± 22,80	17,04 ± 27,44	12,55 ± 256,29	43,77 ± 83,42	

P rem.	17,69 ±	15,62 ±	18,84 ±	19,02 ±	22,56 ±	19,47 ±
(mg L ⁻¹)	11,62	15,28	14,97	16,46	15,19	11,68
K (mg kg ⁻¹)	208,76 ±	164,60 ±	179,86 ±	203,74 ±	200,74 ±	275,41 ±
	169,89	217,56	167,34	320,89	320,89	263,92
Ca	4,55 ± 2,61	4,65 ± 5,61	4,00 ± 4,44	3,90 ± 4,27	3,75 ± 3,24	4,80 ± 4,68
(cmol kg ⁻¹)						
Mg	1,90 ± 1,60	1,60 ± 1,65	1,60 ± 1,72	1,40 ± 1,09	1,35 ± 1,19	1,70 ± 1,56
(cmol kg ⁻¹)						
M. O	3,15 ± 2,05	2,78 ± 2,78	2,79 ± 2,03	3,31 ± 2,20	2,72 ± 2,63	3,24 ± 3,80
(dag kg ⁻¹)						

13/08/2011

Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	5,95 ± 3,60	6,60 ± 4,66	6,20 ± 4,80	6,05 ± 3,68	5,95 ± 3,79	6,75 ± 4,55
P mel.	12,29 ±	3,01 ± 2,98	7,10 ±	10,79 ±	24,84 ±	23,71 ±
(mg L ⁻¹)	21,47		20,35	12,11	46,82	75,79
P rem.	-	-	-	-	-	-
(mg L ⁻¹)						
K (mg kg ⁻¹)	249,50 ±	142,00 ±	213,00 ±	189,00 ±	207,50 ±	262,50 ±
	300,78	233,17	160,98	199,13	177,15	242,27
Ca	5,10 ± 3,45	5,15 ± 5,82	4,75 ± 5,34	4,05 ±	3,95 ± 3,25	5,30 ± 4,49
(cmol kg ⁻¹)				54,57		
Mg	1,65 ± 1,23	1,55 ± 1,40	1,70 ± 1,45	1,55 ±	1,55 ± 1,71	1,60 ± 1,38
(cmol kg ⁻¹)				52,92		
M.O	2,71 ± 2,19	2,57 ± 2,30	2,64 ± 2,02	2,57 ± 1,94	2,57 ± 1,86	2,93 ± 2,11
(dag kg ⁻¹)						

26/08/2011

Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	6,9 ± 5,11	6,30 ± 3,75	7,15 ± 5,78	6,35 ± 3,98	6,10 ± 3,46	7,2 ± 5,38
P mel.	3,51 ± 2,76	25,42 ±	16,73 ±	42,50 ±	58,15 ±	43,66 ±
(mg L ⁻¹)		44,33	61,38	44,14	69,82	55,39
P rem.	22,58 ±	22,56 ±	21,20 ±	22,85 ±	22,85 ±	23,73 ±
(mg L ⁻¹)	15,51	15,84	12,64	18,12	18,12	15,46
K (mg kg ⁻¹)	324,60 ±	281,00 ±	291,56 ±	283,41 ±	277,60 ±	392,75 ±
	402,70	267,79	197,22	176,05	307,01	632,41
Ca	6,05 ± 5,65	6,40 ± 4,39	6,25 ± 6,94	4,95 ± 4,27	5,35 ± 3,78	6,55 ± 6,23
(cmol kg ⁻¹)						
Mg	1,25 ± 1,96	1,85 ± 1,33	1,90 ± 1,79	2,20 ± 1,89	1,55 ± 1,00	2,10 ± 1,73
(cmol kg ⁻¹)						

M.O (dag kg ⁻¹)	3,08 ± 2,47	3,24 ± 2,32	2,86 ± 1,77	3,08 ± 2,00	2,78 ± 2,00	3,89 ± 2,56
--------------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

09/09/2011

Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	5,95 ± 3,11	6,85 ± 4,35	6,70 ± 4,57	6,50 ± 3,78	6,45 ± 3,74	6,95 ± 4,33
P mel. (mg L ⁻¹)	2,74 ± 4,20	0,80 ± 0,60	1,94 ± 2,56	2,24 ± 5,17	2,61 ± 5,07	2,30 ± 3,90
P rem. (mg L ⁻¹)	20,95 ± 12,61	19,49 ± 12,41	18,12 ± 12,05	19,24 ± 10,53	20,44 ± 14,55	20,04 ± 15,10
K (mg kg ⁻¹)	244,00 ± 200,48	236,00 ± 285,12	252,06 ± 159,09	236,50 ± 158,11	268,00 ± 267,68	252,00 ±191,47
Ca (cmol kg ⁻¹)	5,35 ± 3,26	5,50 ± 4,45	5,15 ± 4,82	4,50 ± 3,21	4,95 ± 4,09	5,70 ± 4,54
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,90 ± 0,95	1,50 ± 1,21	1,95 ± 1,96	1,80 ± 1,60	1,95 ± 3,20	1,80 ± 1,38
M.O (dag kg ⁻¹)	3,31 ± 2,17	2,93 ± 1,99	2,93 ± 1,90	3,16 ± 2,63	3,23 ± 1,79	3,24 ± 2,17

24/09/2011

Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	6,35 ± 4,16	6,90 ± 4,15	6,95 ± 4,33	6,60 ± 3,92	6,55 ± 4,39	7,20 ± 4,84
P mel. (mg L ⁻¹)	1,84 ± 3,75	0,39 ± 1,35	2,30 ± 3,90	2,04 ± 17,29	4,63 ± 21,86	5,46 ± 13,95
P rem. (mg L ⁻¹)	22,84 ± 13,59	22,02 ± 15,68	20,04 ± 15,10	22,56 ± 15,67	23,47 ± 16,53	23,73 ± 15,07
K (mg kg ⁻¹)	146,99 ± 335,51	158,18 ± 199,80	151,00 ± 191,47	220,78 ± 231,57	203,14 ± 330,21	262,56 ± 163,71
Ca (cmol kg ⁻¹)	5,10 ± 4,94	5,60 ± 4,54	5,70 ± 4,54	4,10 ± 3,30	4,45 ± 3,64	6,40 ± 5,51
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,45 ± 2,08	1,30 ± 1,06	1,80 ± 1,38	2,05 ± 1,43	1,75 ± 1,73	1,55 ± 2,07
M.O (dag kg ⁻¹)	3,00 ± 2,48	3,17 ± 3,12	3,24 ± 2,17	3,65 ± 3,09	2,86 ± 1,76	3,15 ± 1,79

Notas: Os resultados são expressos como: média ± intervalo de confiança.

- Não detectados.

¹ Intervalo de confiança da média a 5% de probabilidade pelo teste t.

Fonte: Do autor.

APÊNDICE B

TABELA 2

Intervalos de confiança¹ e médias dos teores do solo de pH, fósforo Melich (P mel.), fósforo remanescente (P rem.), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e matéria orgânica (M. O.) adubado com adubação mineral e as doses de biofertilizante suíno no cultivo de milho, no período de 07 de outubro de 2011 a 02 de fevereiro de 2012

07/10/2011						
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	6,20 ± 4,51	6,20 ± 5,05	6,85 ± 3,76	7,00 ± 4,69	6,75 ± 4,19	6,45 ± 3,72
P mel. (mg L ⁻¹)	1,91 ± 2,71	2,11 ± 4,76	2,55 ± 3,35	3,52 ± 5,66	2,24 ± 2,15	5,33 ± 9,94
P rem. (mg L ⁻¹)	23,43 ± 13,30	20,19 ± 13,36	21,48 ± 13,75	19,71 ± 15,76	20,95 ± 12,15	21,73 ± 13,43
K (mg kg ⁻¹)	212,75 ± 396,30	212,53 ± 246,06	236,87 ± 273,06	203,14 ± 128,78	167,75 ± 152,31	225,63 ± 256,04
Ca (cmol kg ⁻¹)	4,30 ± 3,84	4,90 ± 3,07	4,25 ± 4,75	4,60 ± 5,08	4,30 ± 4,77	4,55 ± 3,42
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,70 ± 2,89	1,65 ± 1,42	1,90 ± 1,36	1,60 ± 0,99	1,40 ± 0,89	1,80 ± 1,39
M.O (dag kg ⁻¹)	2,85 ± 2,20	2,93 ± 2,40	3,63 ± 3,71	2,71 ± 1,67	2,37 ± 1,55	2,93 ± 2,09
02/12/2011						
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	5,75 ± 3,10	6,10 ± 4,03	6,15 ± 4,16	6,80 ± 3,84	6,25 ± 4,16	6,75 ± 3,96
P mel. (mg L ⁻¹)	2,84 ± 4,46	1,10 ± 4,62	1,85 ± 2,58	7,70 ± 9,60	5,92 ± 18,20	2,61 ± 4,19
P rem. (mg L ⁻¹)	27,08 ± 19,89	21,47 ± 20,04	22,00 ± 12,91	25,33 ± 17,09	26,00 ± 15,03	26,35 ± 21,00
K (mg kg ⁻¹)	199,50 ± 543,29	140,50 ± 585,24	180,00 ± 157,45	308,33 ± 226,98	305,00 ± 278,50	278,00 ± 528,65
Ca (cmol kg ⁻¹)	4,70 ± 3,43	4,80 ± 5,43	4,45 ± 4,04	5,15 ± 3,83	4,65 ± 4,22	4,70 ± 3,43
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,85 ± 1,69	1,60 ± 1,10	1,40 ± 1,19	1,90 ± 2,14	1,70 ± 1,38	2,15 ± 2,41
M.O	3,31 ± 2,61	2,71 ± 1,94	3,08 ± 2,18	3,88 ± 3,00	3,00 ± 1,71	3,16 ± 2,70

(dag kg⁻¹)

02/01/2012						
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	6,40 ± 5,04	7,10 ± 4,53	6,90 ± 4,59	7,10 ± 4,57	6,55 ± 4,16	7,30 ± 5,31
P mel. (mg L ⁻¹)	4,10 ± 6,89	1,70 ± 2,82	4,91 ± 13,85	5,20 ± 10,19	7,70 ± 16,49	14,73 ± 45,04
P rem. (mg L ⁻¹)	24,22 ± 20,29	22,28 ± 12,84	21,73 ± 13,18	22,56 ± 16,78	22,84 ± 15,04	23,73 ± 15,58
K (mg kg ⁻¹)	97,96 ± 69,15	124,46 ± 299,70	213,00 ± 307,22	206,38 ± 291,61	209,50 ± 386,80	513,49 ± 1001,57
Ca (cmol kg ⁻¹)	5,00 ± 4,90	4,80 ± 4,07	5,25 ± 5,04	5,50 ± 4,89	4,90 ± 3,52	6,60 ± 6,68
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,55 ± 1,88	1,80 ± 1,46	1,70 ± 1,88	1,70 ± 1,27	1,25 ± 1,75	1,65 ± 1,61
M.O (dag kg ⁻¹)	3,39 ± 2,17	2,78 ± 2,50	2,78 ± 1,83	3,39 ± 2,49	3,15 ± 2,34	3,31 ± 2,01
02/02/2012						
Variáveis / Trat.	Ad. quím.	0	50	100	150	200
pH	6,35 ± 4,07	6,95 ± 3,81	7,00 ± 4,68	6,60 ± 3,71	6,15 ± 3,76	6,95 ± 4,29
P mel. (mg L ⁻¹)	1,70 ± 1,75	1,28 ± 2,02	8,55 ± 12,51	2,82 ± 3,35	3,10 ± 5,17	11,74 ± 24,16
P rem. (mg L ⁻¹)	19,72 ± 16,85	16,14 ± 13,24	23,16 ± 15,81	22,00 ± 16,88	19,95 ± 11,09	21,21 ± 16,19
K (mg kg ⁻¹)	89,13 ± 87,05	85,91 ± 76,13	226,43 ± 177,37	154,97 ± 189,39	149,35 ± 138,42	195,11 ± 128,38
Ca (cmol kg ⁻¹)	5,40 ± 5,23	5,30 ± 5,34	5,95 ± 5,17	5,60 ± 3,35	4,40 ± 3,06	5,80 ± 5,22
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,65 ± 1,80	1,80 ± 1,31	1,80 ± 1,53	1,90 ± 1,43	1,65 ± 1,23	2,15 ± 3,17
M.O (dag kg ⁻¹)	3,80 ± 2,79	3,47 ± 2,93	3,55 ± 2,73	3,63 ± 2,80	3,23 ± 1,92	3,80 ± 2,79

Notas: Os resultados são expressos como: média ± intervalo de confiança

- Não detectados.

¹ Intervalo de confiança da média a 5% de probabilidade pelo teste t.

Fonte: Do autor.