

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ALLAN HISASHI NAKAO

**COMPOSTO ORGÂNICO DE AGROINDÚSTRIAS NA PRODUÇÃO DE FEIJÃO
“DE INVERNO” E MILHO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Ilha Solteira

2015

Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Especialidade: Sistemas de Produção

ALLAN HISASHI NAKAO

**COMPOSTO ORGÂNICO DE AGROINDÚSTRIAS NA PRODUÇÃO DE FEIJÃO
“DE INVERNO” E MILHO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues

Ilha Solteira

2015

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

N163c Nakao, Allan Hisashi.
Composto orgânico de agroindústrias na produção de feijão "de inverno" e milho no sistema plantio direto / Allan Hisashi Nakao. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
63 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2015

Orientador: Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues
Inclui bibliografia

1. Adubação orgânica. 2. Phaseolus Vulgaris L. 3. Sucessão de culturas.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: COMPOSTO ORGÂNICO DE AGROINDÚSTRIAS NA PRODUÇÃO DE FEIJÃO "DE INVERNO" E MILHO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

AUTOR: ALLAN HISASHI NAKAO

ORIENTADOR: Prof. Dr. RICARDO ANTONIO FERREIRA RODRIGUES

Aprovação como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. RICARDO ANTONIO FERREIRA RODRIGUES
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. ORIVALDO ARF
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Profa. Dra. GISELE HERBST VAZQUEZ
Departamento de Fitotecnia / Universidade Camilo Castelo Branco

Data da realização: 19 de fevereiro de 2015.

DEDICO,

Aos meus pais, Elson Koichi Nakao e Noemi Sato Nakao, pela vida, educação, dedicação e apoio durante esta caminhada, onde sem eles nada disso teria acontecido.

A minha Irmã Tabata Hissae Nakao, e a toda minha família, pelo carinho, amor, apoio e oportunidade que me concederam em todos esses anos.

A minha namorada Daniela Capelas Centeno pelo companheirismo, amor e paciência a mim concedido.

Aos meus amigos da Equipe Zaeli, Marcelo Fernando Pereira Souza, Lourdes Dickmann, Gabriela Christal Catalani, Daniela Capelas Centeno e Edjair Dal Bem, sem a qual este trabalho não teria total êxito e em tantos outros projetos.

E primeiramente a Deus que sempre esteve presente em meu coração nos momentos de alegrias ou de tristezas me dando forças para seguir em frente e lutar pelos meus objetivos.

Muito Obrigado!

AGRADEÇO,

Aos Professores Doutores do programa de pós - graduação em Agronomia que sempre nos foram muito atenciosos e prestativos e que além do conhecimento técnico, nos passaram experiência de vida e nos deram a prazerosa oportunidade de desfrutar de suas amizades, em especial: Marco Eustáquio de Sá, Orivaldo Arf, Edson Lazarini, Marcelo Andreotti, Morel de Passos Carvalho, Aparecida Conceição Boliani, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho e Rafael Montanari.

Ao Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues que demonstrou ao longo do curso de Mestrado ser um grande profissional, exemplo a ser seguido, pessoa que a cada dia admiro mais pela postura responsável, professor preocupado em formar profissionais qualificados, orientador sempre disposto a dividir seu conhecimento e acima de tudo pelo amor e dedicação ao seu trabalho.

A Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Curso de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração em Sistema de Produção, pela estrutura física exemplar, profissionalismo e incentivo aos alunos e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp de Ilha Solteira pelo apoio no trabalho em campo.

Aos companheiros de república: Luiz Gustavo Moretti de Souza, Danilo Okimoto, Raphael Amadeu, Gabriel Conceição e Henrique Yano pela amizade e apoio concedido durante todos esses dias de convivência, onde juntos, não nos tornamos apenas amigos e sim uma grande família.

A todos os amigos da graduação e de pós-graduação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira que me apoiaram e participaram deste projeto.

Enfim, a todos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação profissional e no desenvolvimento deste trabalho.

MUITO OBRIGADO.

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar nos sonhos que se têm
ou que os seus planos nunca vão dar certo ou que você nunca vai ser alguém...”

(Renato Russo)

RESUMO

A adubação orgânica vem sendo tratada como forma de nutrição para os vegetais, com redução na aplicação de fertilizantes químicos. Desta forma, o objetivo do trabalho foi verificar a extração de nutrientes, qualidade fisiológica das sementes, atributos químicos do solo, desenvolvimento e produtividade do feijoeiro de inverno e milho em sucessão, obtido a partir do composto orgânico e mineral. O trabalho foi realizado em área experimental da UNESP – Ilha Solteira com delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições em esquema fatorial 4 x 2, num Latossolo Vermelho Distroférrico. Os tratamentos constituíram-se de quatro doses do composto orgânico resultante dos resíduos oriundos dos processos produtivos de agroindústrias (0, 2, 4, 6 t ha⁻¹) e dois tratamentos com adubos químicos (testemunha e metade da dose recomendada para a cultura do feijão de 125 kg ha⁻¹ 4-30-10). Não houve efeito da adubação orgânica nos componentes de produção do feijoeiro, nem efeito residual no milho. Entretanto, a aplicação do adubo orgânico alterou os teores de Ca e Mg na cultura do feijoeiro, além do P, Ca e S no milho. Para os atributos químicos do solo o composto orgânico incrementou os teores de nutrientes do solo, elevando principalmente o teor de fósforo e potássio, porém diminuiu o cálcio trocável com o aumento das doses na área cultivada em sistema plantio direto.

Palavras-chave: Sucessão de culturas. *Phaseolus vulgaris* L. *Zea mays* L. Adubação orgânica.

ABSTRACT

The organic fertilizer is being treated as a form of nutrition for plants , reducing the application of chemical fertilizers. Thus, the objective was to verify the extraction of nutrients, seed quality, soil chemical properties, development and yield of winter beans and corn rotation, obtained from the organic fertilizer and mineral. The study was conducted in the experimental area UNESP – Ilha Solteira design was completely randomized blocks in 4 x 2 factorial scheme with four replications in a Oxisol. The treatments consisted of four doses of the compound resulting from waste from the production processes of agro-industries (0, 2, 4, 6 t ha⁻¹) and two treatments with chemical fertilizers (control and half the recommended dose for dry beans of 125 kg ha⁻¹ 4-30-10). There was neither effect of the organic fertilization on the yield components of bean, no residual effect on corn. However, the application of organic fertilizer changed the Ca and Mg in the bean crop, besides the P, S and Ca in the corn. For soil chemical attributes the increased organic compound on soil nutrient content , especially raising the level of phosphorus and potassium, but decreases calcium exchangeable with increasing doses in the area cultivated in no-tillage system.

Key-words: Crop rotation. *Phaseolus vulgaris* L. *Zea mays* L. Organic fertilization.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental, nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, amostrado antes da instalação do experimento. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....	24
Tabela 2. Análise química do composto orgânico.....	25
Tabela 3. Valores médios da análise de solo na camada de 0,00-0,10 m na cultura do feijoeiro adubada com composto orgânico e mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....	34
Tabela 4. Valores médios da análise de solo na camada de 0,10-0,20 m na cultura do feijoeiro adubada com composto orgânico e mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....	37
Tabela 5. Desdobramento de interação composto orgânico e adubo mineral para os teores de K e Ca no solo. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....	39
Tabela 6. Média dos teores foliares de macronutrientes (g kg^{-1}) do feijoeiro e índice de clorofila foliar (ICF), em função de doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.	40
Tabela 7. Média dos valores de altura da planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), comprimento de vagem (CV), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) em função das doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral sobre a cultura do feijão de inverno. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....	43
Tabela 8. Primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (COND) e envelhecimento acelerado (ENV) em função das doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral sobre a cultura do feijão de inverno. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....	45

Tabela 9. Desdobramento das interações significativas para Condutividade Elétrica nas sementes de feijão, em função do composto orgânico e adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.	47
Tabela 10. Média dos valores de Altura da planta (AP), altura de inserção de primeira espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), massa cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) em função do residual das doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral sobre a cultura do milho. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.	48
Tabela 11. Média dos teores foliares de macronutrientes (g kg^{-1}) do milho e índice de clorofila foliar (ICF), em função de doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.	50
Tabela 12. Desdobramento das interações significativas para os teores de P, Ca, S nas análises nutricionais foliares do milho, em função do residual do composto orgânico e adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.	52

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de maio/2013 a abril/2014.....23
- Figura 2.** Efeito das doses do composto orgânico sobre o teor de fósforo do solo na camada de 0,0-0,10 m. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....36
- Figura 3.** Efeito das doses do composto orgânico sobre os teores de K (A) e Ca (B) no solo na camada de 0,0-0,20 m. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.38
- Figura 4.** Efeito das doses do composto orgânico sobre os teores de Ca (A) e Mg (B) nas folhas de feijoeiro. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.....42
- Figura 5.** Efeito residual das doses do composto orgânico sobre os teores de Ca (A) e S (B) nas folhas do milho. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	COMPOSTO ORGÂNICO.....	15
2.2	TRANSFORMAÇÃO DO RESÍDUO A COMPOSTO ORGÂNICO.....	16
2.3	A CULTURA DO FEIJÃO.....	18
2.4	A CULTURA DO MILHO.....	19
2.5	SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	23
3.2	CULTURA ANTERIOR E CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO SOLO DA ÁREA.....	24
3.3	EXPERIMENTO I – ADUBAÇÃO COM COMPOSTO ORGÂNICO E ADUBAÇÃO MINERAL NO FEIJOEIRO DE INVERNO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	24
3.3.1	Delineamento experimental.....	24
3.3.2	Preparo da área experimental e manejo das culturas.....	25
3.3.3	Avaliações realizadas.....	27
3.3.3.1	<i>Caracterização da fertilidade do solo.....</i>	27
3.3.3.2	<i>Determinação das leituras de índice de clorofila foliar (ICF) com o clorofilômetro.....</i>	27
3.3.3.3	<i>Determinação do estado nutricional das folhas do feijoeiro.....</i>	27
3.3.3.4	<i>Determinação das características morfológicas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do feijão.....</i>	28
3.3.3.5	<i>Qualidade fisiológica da semente.....</i>	28
3.3.4	Análise estatística.....	29
3.4	EXPERIMENTO II - RESIDUAL DO COMPOSTO ORGÂNICO APLICADO NO FEIJOEIRO DE INVERNO CULTURA DO MILHO EM SUCESSÃO.....	30
3.4.1	Delineamento experimental.....	30
3.4.2	Condução do experimento.....	30
3.4.3	Avaliações realizadas.....	31
3.4.3.1	<i>Determinação das leituras de índice de clorofila foliar (ICF) com o clorofilômetro.....</i>	31
3.4.3.2	<i>Determinação do estado nutricional das folhas de milho.....</i>	31
3.4.3.3	<i>Determinação das características morfológicas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho.....</i>	32
3.4.4	Análise estatística.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1	EXPERIMENTO I - ADUBAÇÃO COM COMPOSTO ORGÂNICO E ADUBO MINERAL NO FEIJOEIRO DE INVERNO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	33
4.2	EXPERIMENTO II - RESIDUAL DO COMPOSTO ORGÂNICO APLICADO NO FEIJOEIRO DE INVERNO NA CULTURA DO MILHO EM SUCESSÃO.....	47
5	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados à degradação do solo, ao meio ambiente e, sobretudo a saúde humana podem estar ligados ao uso irracional de fertilizantes químicos industrializados. Assim, a busca por pesquisas que visem tecnologias alternativas que favoreçam o aumento da produtividade sem elevação dos custos de produção e de efeitos negativos nas áreas de cultivo tem sido amplamente debatidas e sugeridas para adoção.

O crescimento populacional fez com que os sistemas agropecuários e agroindustriais aumentassem sua produção a fim de suprir a demanda de alimentos por parte da população. Dessa forma, a produção constante e inesgotável de resíduos tem gerado grande problema de ordem social, econômica e ecológica (VERAS; POVINELLI, 2004).

A elevação nos preços dos insumos agrícolas, dentre eles, os fertilizantes minerais de fontes solúveis fizeram com que houvesse maior procura por fontes alternativas de nutrientes (VIDIGAL et al., 2010).

O uso de adubos orgânicos tem sido mais amplamente adotado e difundido nas atividades agropecuárias, áreas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, pois, apresenta como características, baixo custo e alto potencial nutritivo. Pascual et al. (1997) salienta que o aproveitamento dos adubos orgânicos contribui para aliviar a pressão sobre o meio ambiente, considerando que a elevada geração de resíduos é por si só um grande problema ambiental.

A utilização dessas fontes alternativas de nutrientes na agricultura vem sendo investigada por diversos autores, principalmente por aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção. Dentre as várias fontes orgânicas com potencial para utilização na agricultura destacam-se os dejetos bovinos e cama de frango (GUARESCHI et al., 2013), o lodo de esgoto (RIBEIRINHO et al., 2012), dejetos líquidos de suínos (SARTOR et al., 2012), composto de lixo urbano (KROB et al., 2011) e resíduos líquidos de efluentes da agroindústria de carnes (MORAES; SILVA; ARNUTI, 2012). Entretanto, ainda existe carência de estudos a respeito dos compostos orgânicos e na busca por alternativas que minimizem os impactos ambientais de disposições inadequadas destes resíduos sobre o solo.

A compostagem pode ser definida como um método de reaproveitar resíduos de origem animal e vegetal, por processo de decomposição com microrganismos biológicos sob condições controladas, gerando como produto final um composto que pode ser manejado, estocado e aplicado ao solo como fertilizante orgânico, rico em húmus, o que proporciona a melhoria das condições do solo e da cultura nele instalado (KIEHL, 2010). Isto é reforçado por Santana et al. (2012), os quais afirmam que o adubo orgânico promove diversos efeitos benéficos, tais como melhoria nas propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, aumentando, dessa forma, o fornecimento de nutrientes às plantas.

Desta maneira, o composto orgânico que é um adubo que tem como base a matéria orgânica humificada, mas que, contém macro e micronutrientes essenciais à planta, apresenta grande quantidade de colóides orgânicos responsáveis pelo armazenamento dos nutrientes, o que diminui as perdas por fixação, lixiviação e volatilização. Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo verificar os atributos químicos do solo, a extração de nutrientes foliares, o desenvolvimento e produtividade e qualidade fisiológica das sementes do feijoeiro de inverno e milho em sucessão, obtido a partir da adubação orgânica e mineral.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 COMPOSTO ORGÂNICO

A compostagem pode ser definida como um método de manejar resíduos sólidos de origem animal e vegetal, por processo de decomposição com microrganismos biológicos sob condições controladas, produto que pode ser manejado, estocado e aplicado ao solo como fertilizante orgânico, rico em húmus, melhorando as condições do solo e da cultura nele instalado (KIEHL, 2010).

Segundo Souza e Resende (2003), a compostagem, além de possibilitar a utilização de resíduos vegetais e animais, fornece grande quantidade de nutrientes prontamente disponíveis para a planta, permite a higienização do material, demonstra efeitos positivos em seu residual e, elimina propágulos de ervas, patógenos e compostos indesejáveis.

Os fertilizantes orgânicos são conceituados de baixa concentração em nutrientes, porém são utilizados na lavoura em doses elevadas, podendo ser grandes fornecedores de macro e micronutrientes necessários às plantas (KIEHL, 1985). Assim, estas doses variam muito com as características originais do solo, tempo de uso, situações ambientais e com a origem e característica da planta a ser empregada (SANTOS, 2005; VILLAS BÔAS et al., 2004).

A aplicação de material orgânico aos solos tem sido recomendado na correção da acidez e neutralização de níveis tóxicos de alumínio, apresentando efeito semelhante ao da calagem (HUNTER et al., 1995; DAMATTO et al., 2006). Sobre isso, Kiehl (2010) afirma que o manuseio da toxidez é geralmente feito pela adição de fertilizante a base de orgânicos devido à propriedade do húmus em fixar, complexar ou quelatar esses elementos. Segundo, Bloom, McBride e Weaver (1979), os compostos orgânicos não podem ser considerados substitutos satisfatórios do calcário em virtude dos efeitos serem gradativos, a não ser que sejam incorporados anualmente ao solo em grandes quantidades.

Compostos orgânicos apresentam potássio (K) em sua composição normalmente entre 2 e 4%, dependendo do estágio de decomposição dos resíduos e da forma como foram armazenados (MAGRO, 2012). Segundo Ernani, Almeida e Santos (2007), o K encontrado nos adubos orgânicos já se encontram mineralizado

e, por isso tem disponibilidade semelhante do K oriundo dos adubos minerais. Avaliando a compostagem com talo de fumo, esterco e rúmen bovino Primo et al. (2010) observaram a formação de composto com elevados teores de nitrogênio, potássio, cloro, e ferro, sendo considerada uma importante fonte de nutrientes para as culturas.

Segundo Kiehl (2010), o fertilizante orgânico oferece valiosa contribuição no fornecimento de magnésio (Mg) e cálcio (Ca), pois a elevação do húmus no solo garantem o suprimento desses às raízes, adsorvendo eletrostaticamente (fenômeno físico-químico) pelos colóides inorgânicos e orgânicos, o cálcio e o magnésio, retém em uma forma trocável, disponível às plantas, exercendo o importante papel de evitar perdas por lavagem pela água das chuvas. Diversos estudos têm mostrado os efeitos benéficos da aplicação desses resíduos sólidos na produtividade de diversas culturas (ALBUQUERQUE, 2011; SANTOS et al., 2011).

A adubação orgânica tem papel importante na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (CAMPO DALL'ORTO et al., 1996). No entanto, conforme os mesmos autores, os adubos orgânicos apresentam liberação mais lenta que os adubos minerais, pois é dependente da mineralização da matéria orgânica. Segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989), a transformação do nitrogênio da forma orgânica para o mineral ocorre 50% no primeiro ano, 20% no segundo ano e 30% após o segundo.

2.2 TRANSFORMAÇÃO DO RESÍDUO A COMPOSTO ORGÂNICO

O preparo da mistura de restos vegetais e animais, contendo concentrações nitrogenadas, misturados com outros resíduos vegetais pobres em nitrogênio e ricos em carbono, vêm de muito tempo sendo chamado de “composto”, porém designado como fertilizante orgânico (KIEHL, 1998). O composto ou adubo orgânico está associado ao processo de tratamento dos resíduos orgânicos, sejam eles de origem urbana, industrial, agrícola ou florestal. A compostagem é definida como um processo aeróbico controlado, que ocorre normalmente pela ação de microrganismos do solo, em um processo denominado mineralização do solo, que depende de muitos fatores incluindo temperatura, disponibilidade de água e

oxigênio, além de tipo e número de microrganismos presentes no solo (PEREIRA NETO, 1996).

Nesse processo ocorre uma aceleração da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas, pois são oferecidas as condições ideais para que os microrganismos decompositores se desenvolvam (temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e tipos de nutrientes disponíveis). De acordo com Teixeira et al. (2004), a compostagem pode ser definida como um processo de decomposição da matéria orgânica pela ação de fungos, bactérias e outros microrganismos, que agindo em ambiente aeróbio, na presença da água, transformam matéria orgânica em composto orgânico, conhecido e comercializado também como húmus.

De acordo com Aquino (2005) os resíduos oriundos de animais e vegetais sofrem transformações metabólicas desde que fornecidas às condições de microrganismos como bactérias, fungos, protozoários, algas, larvas e insetos como também umidade e aeração. Como resultado da digestão da matéria orgânica por esses organismos, ocorre à disponibilidade de nutrientes no solo como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio que sofrem mineralização transformando em nutrientes minerais, ou seja, esses elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas.

De acordo com Demétrio (1988), a matéria orgânica se divide em dois tipos de substâncias, as húmicas e as não húmicas. Substâncias não húmicas incluem aquelas com características químicas e físicas: carboidratos, proteínas, peptídeos, aminoácidos, óleos, ceras, as quais são prontamente atacadas pelos microrganismos. Já para as substâncias húmicas, principais frações da matéria orgânica correspondem à fração mais estável e que apresentam algumas propriedades únicas como: capacidade de interagir com íons metálicos, manutenção do pH (efeito tampão), além de ser uma potencial fonte de nutrientes para as plantas.

Conforme Kiehl (1998), o ponto ideal do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus. Esse produto final da decomposição (húmus) habitualmente utilizado para fins agrícolas devem ser utilizado em solos com características físicas e químicas adequadas para facilitar o uso do fertilizante e/ou como condicionadores de solos.

De acordo com Fontana (2006), as substâncias húmicas constituem em uma fração de matéria orgânica do solo, composta por elementos amorfos, com estruturas químicas complexas, de natureza particular e de maior equilíbrio do que os materiais que as originaram. A utilização do ácido húmico como adubo orgânico visa recuperar áreas esgotadas e degradadas, aumentando as atividades químicas e bioquímicas do solo.

O cultivo excessivo nos solos brasileiros sem adição de resíduos orgânicos propicia, em geral, redução dos teores de matéria orgânica com o passar dos anos. Essa redução pode ser favorecida pela prática de revolvimento do solo excessivo e falta de práticas conservacionistas. Com isso, ocorre uma queda exponencial no teor total de nitrogênio do solo, sendo mais rápida no início e em intensidade cada vez menor ao longo do tempo, até chegar a um novo ponto de equilíbrio, o que evidentemente pode demorar várias décadas para ocasionar (RAIJ, 1991).

2.3 A CULTURA DO FEIJÃO

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) destaca-se entre os principais cultivos anuais no sistema plantio direto no cerrado, em principal lucratividade com a cultura pelo seu ciclo curto, adaptação ao clima e cultivos irrigados por aspersão no período de entressafra.

O feijão é uma importante fonte de proteína e componente na dieta alimentar da população menos favorecida dos países em desenvolvimento. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2015) a produção total da safra 2013/14 (total – 1ª, 2ª e 3ª safra) foi de 3,4 milhões de toneladas e área colhida de aproximadamente 3,3 milhões de hectares.

A Índia e o Brasil são os maiores produtores mundiais de feijão, com produção aproximadamente 4,87 e 3,16 milhões de toneladas, respectivamente (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/FAOSTAT - FAO, 2013). Porém, apesar do Brasil se destacar entre os países do mundo, apresenta produtividade média relativamente baixa. Segundo Conab (2013) na safra 2012/2013 a produtividade média brasileira foi de 910 kg de feijão por hectare. Sendo que o Brasil não produz o suficiente para o seu consumo, necessitando realizar importação.

Uma das razões dessa baixa produtividade é que a maior parte do feijão produzido no Brasil é proveniente da agricultura familiar, aproximadamente 60% da produção nacional. Assim, o setor não é muito especializado (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO-CTSBF, 2012), já que é formado por pequenas propriedades com déficit de conhecimento dos insumos agrícolas e das tecnologias disponibilizados, aliado também à ausência de assistência técnica.

O Brasil é um dos maiores consumidores e produtores de feijão comum do mundo, mas, no entanto a produtividade brasileira está muito baixa em relação ao potencial que a cultura pode atingir. No entanto, as buscas por elevação dos níveis atuais de produtividade e redução nos custos de produção são escassos, novas tecnologias estão sendo incorporadas aos sistemas de produção de feijoeiro no Brasil.

Segundo Barbosa Filho et al. (2001), o feijoeiro é uma das principais culturas utilizadas na entressafra, em sistemas irrigados, nas regiões central e sudeste do Brasil. Outro ponto a ser destacado é a boa adaptação às mais variadas condições de clima e solo, sendo o feijoeiro cultivado na maioria dos sistemas produtivos desde dos grandes, médios a pequenos produtores de nosso país.

Pode ser cultivado em três safras anuais, “das águas” (de agosto a dezembro) e concentra-se na Região Sul; “da seca” abrange todo o país e ocorre de janeiro a abril e “de inverno”, concentra-se mais no Centro-Oeste e acontece de maio a agosto, dependendo do estado. Assim, durante todo ano, sempre haverá produção de feijão em alguma região do Brasil (MOREIRA; STONE; BIAVA, 2003).

2.4 A CULTURA DO MILHO

O Brasil ocupa a terceira posição em área colhida de milho no mundo, depois do arroz e do trigo podendo ser utilizado na alimentação humana e animal, na fabricação de cosméticos, de bebidas e de biocombustível (AWIKA, 2011). Os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, a China e o Brasil, nesta ordem produtores de 274, 206 e 82 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2013). Vários fatores contribuem para este resultado como, por exemplo, o cultivo por pequenos e médios agricultores (PEDRINHO, 2009), as condições climáticas desfavoráveis de algumas regiões produtoras, a utilização de variedades

ou híbridos não adaptados às condições edafoclimáticas de determinadas regiões. Sendo que no Brasil a produção total safra 2013/2014 foi de 79,9 milhões de toneladas e área colhida 15,8 milhões de hectares. No Brasil, os maiores estados produtores de milho na safra 2013/14 foram: Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, que responderam por 51% da produção brasileira (CONAB, 2015).

O cereal a base de milho é de grande importância para o agronegócio nacional, além de ser à base de sustentação para as pequenas propriedades, devendo ser traduzido sob a ótica da cadeia produtiva ou dos sistemas agroindustriais, visto ser o milho um insumo para centenas de produtos (OLIVEIRA et al., 2009).

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), o milho serve tanto na alimentação humana quanto na animal. Sendo um produto essencial e impulsionador de diversos complexos agroindustriais em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional. Constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Contudo de relevante importância em âmbito nacional sob o aspecto socioeconômico, definido por sua importância agrônômica e por sua utilização em sistemas de rotação de culturas, principalmente em agroecossistemas em que a soja é a cultura predominante (MELLO FILHO; RICHETTI, 1997).

Os autores destacam ainda que o milho identifica como uma alternativa econômica de rotação de culturas no Sistema Plantio Direto por produzir alta quantidade de matéria seca, possuindo decomposição da matéria seca, resultando boa proteção do solo por períodos de tempo mais prolongados devido à relação C/N.

A produtividade do milho está enquadrada em algumas variáveis como nutrição das plantas, espaçamento entrelinhas, densidade de semeadura, disponibilidade de água, manejo ervas daninhas e variações climatológicas (PEREIRA FILHO, 2008). Considerando que a maioria dos solos brasileiros mostram teores insuficientes de nutrientes, faz-se necessário o fornecimento do mesmo, seja ele em forma de orgânico ou mineral. Segundo Silva et al. (2004), a baixa produtividade da cultura do milho é devido a falta de adequação de vários fatores principalmente com a fertilidade do solo, população final das plantas, escolha de cultivares adaptada a cada condição de manejo, clima e boas práticas culturais.

Aliado a isso, a qualidade da planta resulta em um dos fatores de melhoria na nutrição de plantas, tornando-se fundamental para o estabelecimento da cultura.

2.5 SISTEMA PLANTIO DIRETO

Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi introdução do Sistema Plantio Direto (SPD) no Sul do Brasil, aproximadamente dez anos depois da utilização pioneira em lavouras do Kentucky, com o acompanhamento do Professor Shirley Philips no início da década de 60, com objetivo inicial de amenizar os efeitos da degradação dos solos devido às práticas agrícolas, seguindo uma tendência de redução da intensidade de preparo do solo verificada nos Estados Unidos. O desenvolvimento desse sistema se tornou possível graças a um trabalho conjugado de agricultores, pesquisadores, fabricantes de semeadoras e técnicos interessados em reverter o processo acelerado de degradação do solo e da água verificado em nosso país.

Segundo Amado (2009), após um período de maturação e adaptação, o sistema plantio direto, alcançou uma taxa de incremento de 1,5 milhões de ha⁻¹ ano no início da década de 90, de modo que o país passou a dividir com os Estados Unidos a liderança mundial na adoção do sistema. Auxiliando nas soluções dos problemas como formação e manutenção da cobertura morta, mecanização do plantio, correção das propriedades físicas e químicas do solo, entre outros (PASQUALETTO; COSTA; SILVA, 1999; KLUTHCOUSKI et al., 2000).

O Sistema Plantio Direto (SPD) é conceituado como a forma de manejo conservacionista que envolve todas as técnicas recomendadas para aumentar a produtividade, conservando ou melhorando continuamente o ambiente. Fundamenta-se na ausência de revolvimento do solo, em sua cobertura permanente com palha e na rotação de culturas (HECKLER; SALTON, 2002). Segundo PELÁ et al. (2010), é um sistema conservacionista que pode manter e/ou melhorar a fertilidade do solo, incrementando maior produtividade às culturas.

Vários autores utilizam os termos plantio direto (MUZILLI, 1991; GAZZONI, 2012), e outros se referem a sistema plantio direto (SPD) (CAIRES, 2013).

Denardin et al. (2012) conceituaram e fundamentaram o “sistema plantio direto”, contextualizando-o no âmbito do conservacionismo, da conservação do solo e da agricultura conservacionista, expondo seus efeitos sobre a fertilidade do solo.

Caracterizado por apresentar na camada superficial uma grande quantidade de material orgânico depositado, o sistema plantio direto proporciona maior estabilidade de suas propriedades estruturais. Resíduos vegetais de culturas antecessoras sobre a superfície do solo apresenta maior proteção contra os impactos de gotas da chuva. Entretanto a palhada atua como uma camada térmica contra a ação direta dos raios solares, favorecendo a infiltração e reduzindo a perda de água por escoamento superficial (ROTH; VIEIRA, 1983). Assim, o sistema plantio direto favorece na redução das perdas de solo por erosão, melhorando as condições químicas, físicas e biológicas no solo, afetando diretamente sua fertilidade (CARVALHO et al., 2004).

Segundo Fernandes et al., (1998), em regiões de cerrado o sistema plantio direto demonstra dificuldade relacionada à rapidez na mineralização dos resíduos da palhada, ocasionada pelas altas temperaturas e umidade, característica predominante de um clima quente e úmido no verão e seco no inverno.

No estabelecimento do SPD o controle de plantas daninhas no início da semeadura da cultura era um dos principais problemas, porém, com o avanço das pesquisas com herbicidas, foi possível seu controle (GAZZIERO et al., 2001).

O menor custo de produção da cultura e as facilidades de operações no campo foram verificadas no sistema de cultivo, aliado a uma maior proteção do solo, da água e da fauna, facilitou a expansão relativamente rápida do SPD no Brasil (CERVI, 2003).

As palhadas de gramíneas e leguminosas são fornecedoras de nutrientes às culturas sucessoras a médio e longo prazo, especialmente na camada superficial, sendo exemplos em aumentos dos teores de K e P superficiais em sistema plantio diretos. Entretanto, esse efeito significativo da aplicação de composto orgânico em restos culturais ocasionado pelo sistema plantio direto ainda são escassos, necessitando de trabalhos conclusivos em regiões de Cerrado brasileiro.

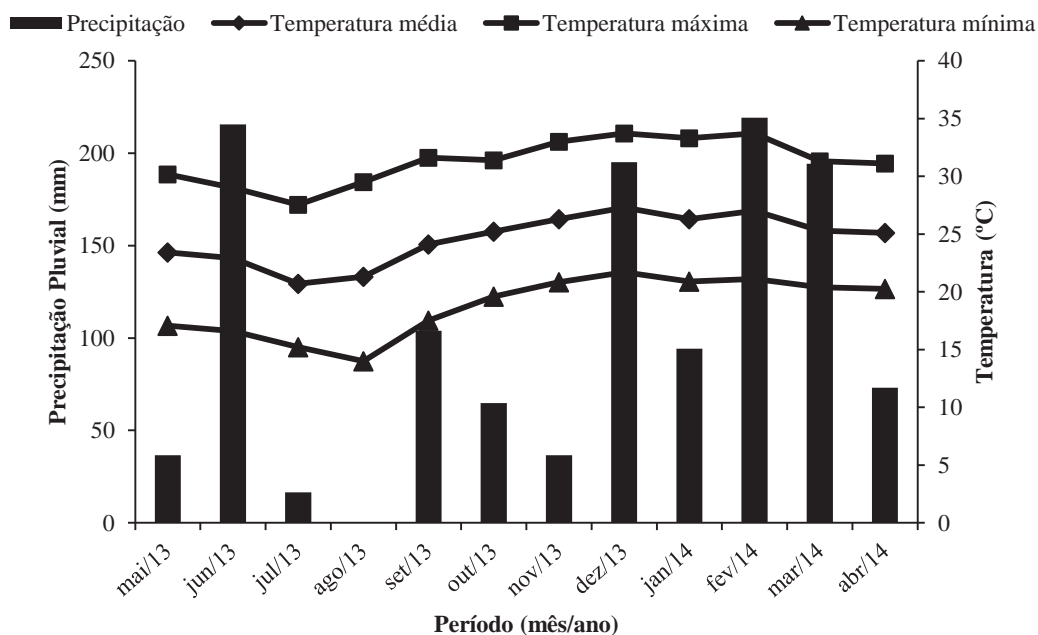
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido em área experimental pertencente à Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira UNESP, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20°20'05"S e 51°24'26"W, altitude de 335 m).

O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Durante a condução do experimento foram coletados mensalmente, junto à estação meteorológica situada na FEPE, os dados diários referentes às temperaturas máxima, média e mínima e precipitação pluvial, conforme pode ser observado na Figura 1. Os dados climáticos estão de acordo com a média histórica da região, com precipitação média anual de 1370 mm, temperatura média de 23,5°C e umidade relativa do ar (UR%) entre 70-80%. O relevo é caracterizado como moderadamente plano, tendo sido o solo predominante classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006).

Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de maio/2013 a abril/2014.



Fonte: Elaboração do autor.

3.2 CULTURA ANTERIOR E CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO SOLO DA ÁREA

O solo no qual foi realizada a pesquisa, estava sendo cultivado com culturas anuais em Sistema Plantio Direto há 12 anos, sendo que nos dois últimos anos agrícolas (safra 2010/2011 e 2011/2012) foram cultivados no verão e inverno as culturas da soja e milho, respectivamente. Antes do preparo da área para a implantação da cultura do feijoeiro foi realizada a caracterização química do solo seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001). Para isso, uma amostra composta por 20 amostras simples de solo foram coletadas nas profundidades de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40m em área total do experimento, e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, amostrado antes da instalação do experimento. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Prof. m	P – res. mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K -----mmolc	Ca	Mg	H+Al dm ⁻³ -----	Al	SB	CTC	V %
0,0 – 0,20	25	17	5,0	1,0	19	13	17	2	33,0	50,0	66
0,20-0,40	12	15	5,0	0,6	16	11	28	2	27,6	55,6	50

Nota: Laboratório de Fertilidade do solo – Unesp.

Fonte: Elaboração do autor.

3.3 EXPERIMENTO I – ADUBAÇÃO COM COMPOSTO ORGÂNICO E ADUBAÇÃO MINERAL NO FEIJOEIRO DE INVERNO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Este experimento foi conduzido durante o ano de 2013, outono/inverno.

3.3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental do presente estudo foi em blocos ao acaso com em esquema fatorial 4 x 2 com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de quatro doses de composto orgânico (0, 2, 4 e 6 t ha⁻¹) e dois tratamentos com adubação mineral (0 e 50% da dose recomendada para a cultura do feijoeiro de inverno). Com base nas características químicas do solo e na tabela de

recomendação para a cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo (AMBROSANO et al., 1996), a adubação de base em sulco de semeadura foi de 250 kg ha⁻¹ do formulado 4-30-10, metade da dose (125 kg ha⁻¹).

3.3.2 Preparo da área experimental e manejo das culturas

O composto orgânico adotado para o estudo em questão é produto resultante dos resíduos oriundos dos processos produtivos de agroindústrias como: frigoríficos de bovinos, aves, suínos; (farinha de osso, farinha de sangue, lodo proveniente da decantação em lagoas anaeróbicas e do bolo ruminal), além de esterco vindos de confinamentos e subprodutos de usinas de açúcar/etanol.

Realizou-se análise química do composto orgânico afim de verificar a composição bem como de quantificar a dose do produto a ser aplicado em cobertura do solo. Os resultados dessa análise estão apresentados na Tabela 2. Após a análise dos teores nutricionais do composto orgânico foram definidas as doses de 2, 4 e 6 toneladas do composto orgânico ha⁻¹ mais a testemunha (sem aplicação do composto orgânico), totalizando 4 tratamentos.

Tabela 2. Análise química do composto orgânico.

pH	M.O	N	P	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺³	SO ⁻² ₄
CaCl ₂	g dm ⁻³	----- (g kg ⁻¹) -----						
7,1	118	12,4	3,4	8,5	11,1	2,1	0	40
Micronutrientes								
Fe	Cu	Mn	B	Zn				
----- (mg kg ⁻¹) -----								
2.423	32	298	157	61				

Nota: Umidade 22%, relação C/N= 11,77

Fonte: Elaboração do autor.

O composto orgânico foi aplicado manualmente e superficialmente sobre os restos culturais, independentemente dos tratamentos adotados para o ensaio experimental e anterior a semeadura da cultura do feijoeiro, sendo realizado em 21.05.2013.

Antes da semeadura do feijoeiro em SPD, a vegetação da área experimental foi dessecada com uso do herbicida Glyphosate ($1,44 \text{ kg ha}^{-1}$ do ingrediente ativo (i.a.) com posterior manejo utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (triton). O Feijoeiro foi semeado mecanicamente por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, numa profundidade de aproximadamente $0,03 \text{ m}$, espaçamento de $0,45 \text{ m}$, distribuindo-se aproximadamente $15 \text{ sementes m}^{-1}$, no dia 25 de maio de 2013 sobre a palhada de milho. Todos os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação da cultura. Como tratamento de sementes utilizou-se $50 \text{ g i.a. Carboxina} + 50 \text{ g i.a. Tiram}/100 \text{ kg}$ de sementes.

As parcelas foram constituídas por 7 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de $0,45 \text{ m}$ entre si, perfazendo um total de $15,75 \text{ m}^2$. Realizou-se adubação de cobertura comum a todos os tratamentos aos 30 dias após a emergência das plantas no estágio V_4 , com aplicação de 92 kg ha^{-1} de N, na forma de ureia, seguida de, irrigação da área experimental com uma lâmina de 14 mm , minimizando assim perdas excessivas de N por volatilização.

Utilizou-se a cultivar Pérola que possui as seguintes características: hábito de crescimento indeterminado (entre os tipos II e III); porte semi-ereto; ciclo de 90 dias; média de 46 dias para floração; flor branca; vagem verde, levemente rosada, na maturação; e vagem amarelo-areia na colheita. Classificado no grupo comercial carioca, o grão da cultivar Pérola é de cor bege-clara, com rajas marrom-claras, brilho opaco e peso de 100 sementes de 27 g . Apresentou reação de resistência à ferrugem e ao mosaico-comum. Em condições de campo, foi moderadamente resistente à murcha de Fusarium e à mancha angular.

Os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação da cultura. Para o controle de plantas daninhas foi realizado a aplicação do herbicida fomesafen (225 g ha^{-1} do i.a.) aos 20 dias após a emergência das plântulas (DAE). Também realizou-se a aplicação de fungicidas (mancozeb - 1600 g ha^{-1} do i.a. aos 10 e 45 DAE; procimidona - 500 g ha^{-1} do i.a. aos 66 DAE), inseticidas (deltrametrina + triazofós - $7,5 \text{ g ha}^{-1} + 262 \text{ g ha}^{-1}$ do i.a. aos 22 e 35 DAE).

3.3.3 Avaliações realizadas

3.3.3.1 Caracterização da fertilidade do solo

Anterior à semeadura do milho (após cultivo do feijoeiro) foi realizada a caracterização do solo, para avaliar o efeito residual do composto orgânico sobre a fertilidade na camada de 0-0,10 e 0,10-0,20 m. Para tanto, foram coletadas dez amostras simples por parcela, com auxílio de um trado de rosca. As amostras coletadas após o cultivo do feijoeiro foram encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo da Unesp campus Ilha Solteira para a determinação dos teores de potássio, fósforo, cálcio e magnésio, além do pH, teor de matéria orgânica (M.O.) soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). As amostras foram secas em estufa e analisadas conforme a metodologia proposta por Raij et al. (2001).

3.3.3.2 Determinação das leituras de índice de clorofila foliar (ICF) com o clorofilômetro

No florescimento do feijoeiro (R5), foram efetuadas leituras indiretas do teor foliar de clorofila, utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker), equipamento portátil que permite medições instantâneas na folha por meio de leituras ICF. As leituras foram feitas no terceiro trifólio completamente desenvolvido, realizando uma média de 10 leituras por folíolo, em dez plantas avaliadas aleatoriamente por parcela, no período da manhã.

3.3.3.3 Determinação do estado nutricional das folhas do feijoeiro

Para avaliação do estado nutricional (teores dos macronutrientes) do feijoeiro, coletou-se no terço médio 10 folhas de 10 plantas de cada parcela, quando estas se encontravam no estágio de florescimento pleno. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante. Em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey e submetidas à análise química conforme metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

3.3.3.4 Determinação das características morfológicas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do feijão

Ao final do ciclo da cultura no dia 31 de agosto de 2013, aos 93 dias após a emergência das plantas, foram avaliadas suas características agrônômicas. As plantas da área útil de cada parcela (3 linhas centrais com 2 m de comprimento) foram avaliadas quanto à altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e altura da planta (AP) realizadas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, em cerca de 10 plantas coletadas aleatoriamente dentro de cada parcela.

Para a determinação dos componentes de produção, foram utilizadas 10 plantas coletadas aleatoriamente na área útil de cada parcela experimental. Foram determinados, o comprimento da vagem (CV), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de cem grãos (M100) que foi obtida pela média dos grãos de quatro amostras de 100 grãos, sendo os resultados corrigidos para teor de 13% de base umidade. Para determinação da produtividade de grãos (PROD), todas as plantas da área útil da parcela foram colhidas, trilhadas mecanicamente, pesadas, e posteriormente calculada e extrapolada para kg ha⁻¹ e corrigidos para o teor de 13% base umidade.

3.3.3.5 Qualidade fisiológica da semente

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira-SP.

Foi realizado o teste padrão de germinação com quatro subamostras de 50 sementes, em rolos de papel substrato germiteste mantidos a temperatura constante de 25±1°C. O papel foi umedecido com água destilada numa quantidade equivalente a duas vezes e meia o peso do papel. O índice de velocidade de germinação foi realizado de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem.

A primeira contagem da germinação foi conduzida juntamente com o teste de germinação e constou do registro das plântulas normais determinadas na primeira

contagem, avaliada aos cinco dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

O teste de envelhecimento Acelerado foi realizado segundo metodologia descrita por Marcos Filho (1999), utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, pelo método de gerbox, onde aproximadamente 200 sementes foram colocadas sobre a tela de inox de uma caixa plástica (gerbox), contendo no fundo 40 mL de água destilada. Após fechadas, as caixas foram levadas ao germinador regulado à temperatura de 42°C, onde permaneceram por 72 horas. Transcorrido esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e as plântulas normais foram avaliadas após cinco dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

O teste de condutividade elétrica foi realizado segundo o método descrito por Marcos Filho (2005), utilizando quatro repetições de 50 sementes por tratamento, cujas massas foram previamente determinadas. Após a determinação da massa de cada amostra, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada, mantidas em germinador a temperatura de 25±1°C, durante 24 horas. Decorrido esse período, a condutividade da solução de embebição foi determinada com o uso do condutímetro modelo CD-20. Posteriormente, o valor encontrado foi dividido pela massa da amostra (g) e os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes.

3.3.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F, sendo as comparações entre os tratamentos integrantes do esquema fatorial efetuada por meio de análises de regressão para as doses do composto orgânico, e para o tratamento com a presença ou ausência do adubo químico a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para tanto foi utilizado o programa estatístico descrito em Ferreira (2003).

3.4 EXPERIMENTO II - RESIDUAL DO COMPOSTO ORGÂNICO APLICADO NO FEIJOEIRO DE INVERNO CULTURA DO MILHO EM SUCESSÃO

Este experimento foi conduzido no ano agrícola de 2013/2014, após a colheita de grãos do feijoeiro de inverno implantado no experimento I.

3.4.1 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de composto orgânico sendo (0, 2, 4 e 6 t. ha⁻¹) e dois tratamentos com adubos químicos (0% e 50% da dose recomendada para a cultura do feijão), com posterior avaliação do seu efeito residual na cultura do milho. As parcelas foram constituídas de 5 m de comprimento e 3,6 m de largura, totalizando 15,75 m². A cultura foi semeada, com semeadora de plantio direto, utilizando espaçamento entrelinha de 0,90m para o milho (Híbrido simples DKB 390 YG).

3.4.2 Condução do experimento

Antes da semeadura do milho, a área experimental foi dessecada com herbicida Glyphosate na dose de 1440 g ha⁻¹ de i.a com posterior manejo utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (triton). A cultura do milho foi semeado em 09 de dezembro de 2013, em sistema plantio direto sobre a palhada da cultura antecessora (feijoeiro de inverno), visando mensurar o efeito residual do composto orgânico aplicado anteriormente. Utilizou-se o híbrido simples recomendado para a região de cerrado, cerca de 5,4 sementes m⁻¹, com o objetivo de atingir um estande final de 55.000 plantas ha⁻¹.

A adubação de semeadura no milho foi realizada com a aplicação de 280 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 (22,4 kg ha⁻¹ de N, 78 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 44,8 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente). A adubação de cobertura foi realizada sobre a cultura em janeiro de 2014, quando o milho se encontrava no estágio V5 (cinco folhas totalmente desenvolvidas). Para isso, foram aplicados mecanicamente 126 kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio a todos os tratamentos.

Aos 30 dias após a emergência (DAE) foram aplicados herbicidas Proof (Atrazina) e Soberan (Tembotrione), nas doses de 3.000 ml ha⁻¹ e 250 ml ha⁻¹, respectivamente, para o controle de plantas daninhas. Devido à baixa ocorrência de pragas e doenças não foram realizadas aplicações de defensivos agrícolas.

A colheita manual do milho para avaliação dos componentes de produção e produtividade (área útil da parcela) foi realizada 11 de abril de 2014, correspondendo há 119 dias após a emergência (DAE) do milho.

3.4.3 Avaliações realizadas

3.4.3.1 Determinação das leituras de índice de clorofila foliar (ICF) com o clorofilômetro

No período do florescimento, após a emissão da inflorescência feminina, ou seja, no momento em que mais de 50% das plantas encontravam-se pendoadas e com a presença de estilo-estigmas (cabelo), determinaram-se as leituras ICF utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker). As leituras foram realizadas no terço médio das folhas da base da espiga, utilizando-se em média 10 folhas por parcela (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

3.4.3.2 Determinação do estado nutricional das folhas de milho

Para a diagnose foliar, as 10 folhas utilizadas para determinação do ICF foram coletadas, sendo posteriormente descartados os terços inferiores e superiores da folha, seguindo a metodologia proposta por Cantarella, Raij e Camargo (1996). Os terços médios das folhas foram acondicionados em sacos de papel e secados em estufa de circulação forçada de ar a 65°C durante 72 horas. Posteriormente, o material foi moído em equipamento dotado de peneira com crivo de 1 mm, e em seguida, foram determinadas as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

3.4.3.3 Determinação das características morfológicas, componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho

A altura das plantas (AP) e da inserção da espiga principal (AIE) foram determinadas mediante mensuração, com régua graduada em centímetros, da distância entre o colo da planta e a inserção do pendão floral e a distância entre o colo da planta e a espiga principal, respectivamente. O diâmetro basal do colmo (DC) foi determinado no segundo entrenó acima do solo com o auxílio de paquímetro. Estas determinações foram efetuadas em 10 plantas aleatoriamente dentro da área útil de cada unidade experimental. O comprimento da espiga principal (CE), diâmetro de espiga (DE) e diâmetro do sabugo (DS) foram determinados, em dez espigas aleatoriamente em cada unidade experimental.

A massa de 100 grãos (M100) foi determinada pela média dos grãos de quatro amostras de 100 grãos, e os resultados foram corrigidos para o teor de 13% de umidade (base úmida). A produtividade de grãos (PROD) foi determinada colhendo-se manualmente todas as espigas das plantas contidas na área útil da parcela. Após a colheita, as espigas foram debulhadas mecanicamente, pesando-se os grãos, calculando-se a produtividade da parcela, extrapolada para kg ha^{-1} e corrigida para as condições de 13% de umidade.

3.4.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste “F” para análise de variância, sendo as comparações entre os tratamentos integrantes do esquema fatorial efetuada por meio de análises de regressão para as doses do composto orgânico, e para o tratamento com a presença ou ausência do adubo químico utilizou-se para a comparação de médias, o teste de Tukey, à 5% de probabilidade. Para tanto foi utilizado o programa estatístico descrito em Ferreira (2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I - ADUBAÇÃO COM COMPOSTO ORGÂNICO E ADUBO MINERAL NO FEIJOEIRO DE INVERNO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados obtidos para os atributos químicos avaliados na camada de 0-0,10 m ao final do ciclo de cultivo do feijoeiro de inverno em função da aplicação do composto orgânico.

A aplicação do composto orgânico promoveu alterações apenas nos teores de fósforo (P) disponíveis no solo. Assim como observado para a aplicação do composto orgânico, a utilização da metade da adubação mineral recomendada para a cultura do feijoeiro alterou os teores de P do solo. Não houve diferenças significativas para a interação entre a aplicação do composto orgânico e adubação mineral.

Os valores de pH do solo não foram afetados pela aplicação do composto orgânico no feijoeiro de inverno, situação que contraria a teoria de que o incremento de material orgânico no solo promove a acidificação do mesmo devido a liberação de H^+ na solução do solo em função da conversão de amônio (NH_4^+) em nitrato (NO_3^-). Deste modo os resultados do presente estudo diferem dos relatados por Hunter et al. (1995); Wong et al. (1995) e Hoyt e Turner (1975) os quais constataram que o aumento de matéria orgânica no solo por meio da adição de compostos orgânicos tendeu a elevar o pH do solo.

Os teores dos cátions, potássio, magnésio e cálcio no solo não foram afetados pela aplicação dos compostos orgânicos no solo (Tabela 3). A ausência de resultados positivos para potássio, em decorrência do incremento do composto orgânico ao solo pode estar relacionado ao processo de lixiviação ao qual o nutriente está sujeito. Trabalhando com composto orgânico oriundo de serragem de madeira e esterco bovino, Damatto Junior (2005) observou que aproximadamente 81% do potássio contido no composto foi liberado em até 22 dias após sua aplicação no solo. Isto reforça a hipótese do maior deslocamento do potássio devido a maior capacidade deste nutriente de tornar-se disponível no solo.

Tabela 3. Valores médios da análise de solo na camada de 0,00-0,10 m na cultura do feijoeiro adubada com composto orgânico e mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Tratamentos	pH	P	MO	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	(CaCl ₂) mg dm ⁻³	g dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³				%
Composto Orgânico (t ha ⁻¹)										
0	5,2	24,9	23	1,5	30	18	31	49	80	61
2	5,5	23,2	25	1,8	35	20	26	57	83	67
4	5,3	22,0	24	1,5	33	18	29	53	82	63
6	5,3	33,5	24	2,0	40	18	27	60	88	67
Adubo Mineral (kg ha ⁻¹)										
Testemunha	5,3	22,0b	24	1,6	33	19	26	54	81	66
½ dose recom.	5,2	29,8a	25	1,8	36	18	30	55	86	63
Teste F – (CO)	0,96 ^{ns}	3,59 [*]	0,71 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Teste F - (AM)	0,34 ^{ns}	8,11 [*]	1,18 ^{ns}	1,73 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,88 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Teste F-CO x AM	0,96 ^{ns}	1,95 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,30 ^{ns}
DMS – (AM)	0,28	5,66	2,03	0,42	8,37	4,29	5,30	12,97	9,27	8,89
CV (%)	7,39	29,95	11,30	33,89	32,72	31,26	25,21	30,25	15,06	18,61

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ^{ns}: não significativo. Em que: CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa; ½ dose Recom.: metade da dose recomendada de adubo químico.

Fonte: Elaboração do autor.

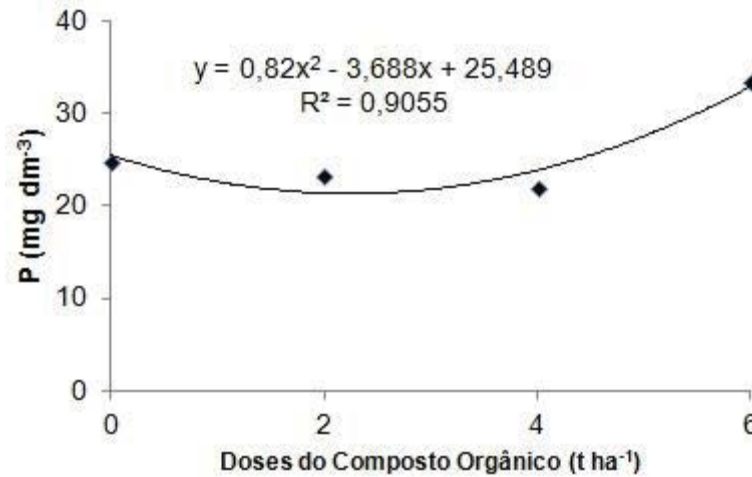
Uma das principais implicações do aumento nos teores K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺ é a possibilidade da ocorrência de salinização do solo. Melo et al. (1997) explicam que a aplicação ao solo de composto rico em sódio e potássio pode promover a elevação dos teores de nutrientes na solução do solo, seguindo-se com o aumento da condutividade elétrica, o deslocamento de cálcio e magnésio adsorvidos no complexo de troca e a dispersão dos colóides. Para Oliveira (2000), tais problemas podem ser agravados em casos de aplicações sucessivas de composto a base de orgânicos em regiões com baixos índices pluviométricos. Desta maneira a aplicação de compostos orgânicos requer maiores cuidados devido à complexidade dos agroecossistemas.

Mesmo a aplicação de 6 t ha⁻¹ do composto orgânico não foi suficiente para promover alterações nos teores da matéria orgânica avaliados na camada de 0,0-0,10 m. As elevadas temperaturas típicas da região, aliadas à baixa precipitação e umidade, podem ter contribuído para uma elevada taxa de decomposição. Desta forma, alterações nos teores de matéria orgânica do solo nas condições deste ensaio experimental seriam pouco prováveis, mesmo com doses mais elevadas do composto orgânico. Contudo, a prática de manejo em acrescentar material orgânico ao solo pode ter um efeito condicionador, melhorando os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (MIELNICZUK et al., 2003). Também, os resultados constatados para a matéria orgânica podem ser atribuídos ao curto período decorrido da implantação do experimento até suas avaliações. Segundo Xavier et al. (2006), os teores de matéria orgânica no solo se modificam numa velocidade baixíssima para que seja possível perceber alterações significativas para este atributo.

A soma de bases (SB), saturação por bases (V%) e a capacidade de troca catiônica (CTC) não foram influenciadas pelos tratamentos. Porém, de acordo com Melo et al. (1994), a aplicação de matéria orgânica e nutrientes ao solo via restos agroindustriais e compostos orgânicos é prática comum na agropecuária, trazendo como ganhos o aumento da CTC, fato este não observado no presente estudo.

Já os resultados exibidos para os teores de fósforo do solo decorrentes da aplicação dos compostos orgânicos se ajustaram em um modelo matemático do tipo quadrático (Figura 2). Assim, melhores resultados para este atributo químico foram observados pela aplicação de 6 t ha⁻¹ do composto orgânico. Esses resultados sugerem que a adoção do composto orgânico a partir da referida dose promove incremento nos teores do fósforo no solo, fornecendo-o em níveis suficientes para suprir a demanda das plantas pelo nutriente.

Figura 2. Efeito das doses do composto orgânico sobre o teor de fósforo do solo na camada de 0,0-0,10 m. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.



Fonte: Elaboração do autor.

Já para a camada avaliada 0,10-0,20 m de profundidade, houve efeitos dos tratamentos sobre os teores dos cátions potássio e cálcio. Verificou-se também, que a adubação mineral (metade da dose recomendada para a cultura do feijoeiro) afetou os valores médios do potássio. Além disso, interações significativas entre a aplicação do composto orgânico e adubação mineral foram observados para potássio e cálcio (Tabelas 4).

A ausência de resultados significativos para os teores de fósforo pode estar relacionada ao fato deste nutriente apresentar baixa mobilidade no solo, não conseguindo percolar no perfil do solo em camada mais profundas, acumulando superficialmente. De acordo com Muzilli (1983), os maiores acúmulos de fósforo nas camadas superficiais do solo em sistema de plantio direto é explicado pela imobilidade e baixa solubilidade de seus compostos, sobretudo em solos de natureza ácida e com altos teores de argila, características estas semelhantes às constatadas no solo da área em estudo.

A adição de composto orgânico não proporcionou diferenças significativas em relação aos valores de pH do solo, já que, os valores médios verificados para a testemunha foram semelhantes aos constatados para os tratamentos com aplicação do composto. Esses resultados diferem do trabalho de Pereira Neto, (1987), o qual relatou que a aplicação de composto orgânico humificado ao solo promove a elevação do seu pH. Um fator importante que pode ter colaborado para a redução da

acidez potencial é a possível formação de complexos estáveis entre o Al trocável e a matéria orgânica aplicada (STEVENSON, 1982).

Tabela 4. Valores médios da análise de solo na camada de 0,10-0,20 m na cultura do feijoeiro adubada com composto orgânico e mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Tratamentos	pH	P	MO	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V%
	(CaCl ₂)mg dm ⁻³	g dm ⁻³	g dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----	-----mmol _c dm ⁻³ -----	(%)
Composto Orgânico (t ha ⁻¹)										
0	5,3	14,1	20	0,7	27	16	28	46,0	74,8	60
2	5,4	15,8	20	0,7	24	16	25	42,9	68,2	62
4	5,2	16,8	19	0,8	21	14	28	38,7	59,8	56
6	5,0	14,2	18	0,9	18	12	30	34,7	64,9	51
Adubo Mineral (kg ha ⁻¹)										
Testemunha	5,3	14,2	19,7	0,7b	23	15	27	43,3	67,0	60
½ dose Recom.	5,2	16,1	19,7	0,9a	22	13	29	37,7	66,8	55
Teste F – (CO)	1,14 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,60 ^{ns}	4,07*	6,50**	1,17 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,63 ^{ns}	1,07 ^{ns}
Teste F - (AM)	1,33 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,10 ^{ns}	25,5**	0,43 ^{ns}	1,55 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,15 ^{ns}
Teste F-CO x AM	1,70 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,85 ^{ns}	5,26**	3,07*	1,69 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,63 ^{ns}	2,30 ^{ns}	1,30 ^{ns}
DMS – (AM)	0,31	3,99	0,97	0,09	3,46	3,33	5,20	9,78	10,22	9,44
CV (%)	8,09	35,81	6,72	15,14	19,86	30,79	25,25	32,79	20,78	22,26

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ^{ns}: não significativo. Em que: CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa; ½ dose Recom.: metade da dose recomendada de adubo químico.

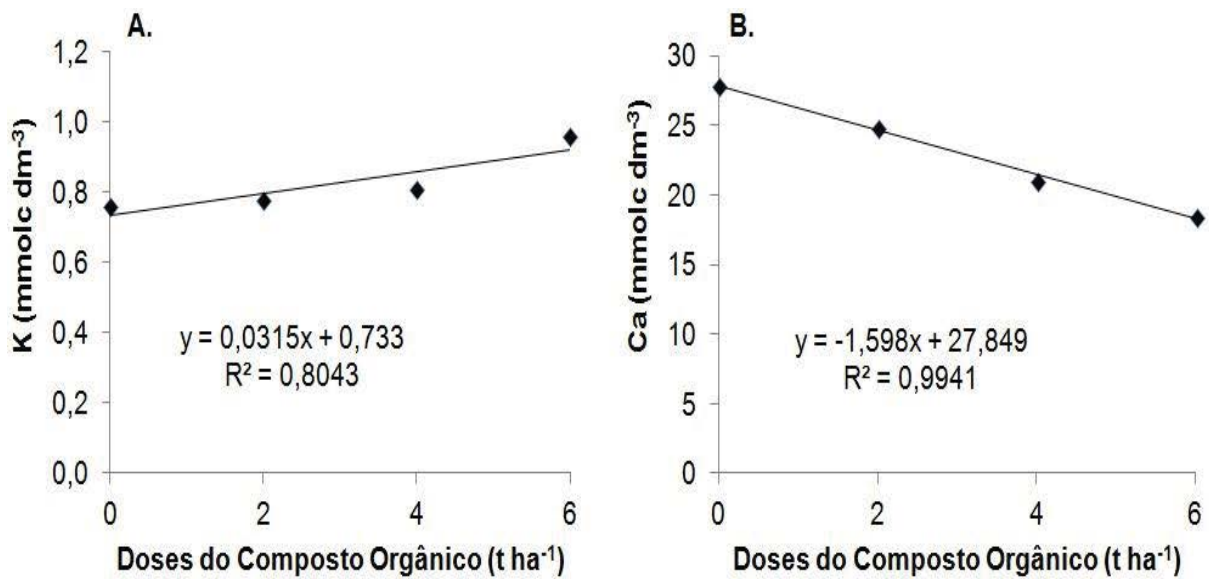
Fonte: Elaboração do autor.

O teor de K obteve aumentos significativos em função do incremento do composto orgânico, demonstrando crescimento linear do nutriente na camada de 0,10-0,20 m (Figura 3A). Esses resultados corroboram os obtidos por Hortenstine e Rothwell (1972), que observaram, em solos de baixa fertilidade, aumento no teor de K trocáveis após a aplicação de 35 a 70 t ha⁻¹ do composto orgânico.

Em contrapartida, os resultados obtidos para o cálcio apresentaram redução linear dos seus teores do solo em função da adição do composto (Figura 3B), sendo que os maiores resultados médios foram constatados na testemunha, (tratamento

sem composto orgânico), enquanto que nas maiores doses do composto orgânico (4 e 6 t ha⁻¹) observaram os menores resultados para o nutriente. Esses resultados demonstram que a adição do composto orgânico tende a reduzir a concentração de cálcio na camada de 0,10-0,20 m.

Figura 3. Efeito das doses do composto orgânico sobre os teores de K (A) e Ca (B) no solo na camada de 0,0-0,20 m. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.



Fonte: Elaboração do autor.

No desdobramento da interação entre composto orgânico e adubação mineral (Tabela 5) para o teor de K no solo, verificou-se diferenças significativas entre a adubação mineral utilizada em combinação com as doses de 0, 4 e 6 t ha⁻¹ do composto orgânico ocorrendo resultados mais expressivos com o uso da metade da dose recomendada de adubo químico no solo. A explicação pode estar no fornecimento complementar do potássio realizado por meio da adubação mineral com a metade da dose do adubo químico. O fornecimento complementar foi responsável pela incorporação ao solo de 12,5 kg ha⁻¹ de K₂O distribuído nos sulcos de plantio da cultura, podendo ter sido posteriormente lixiviado para a camada de 0,10-0,20 m.

Tabela 5. Desdobramento de interação composto orgânico e adubo mineral para os teores de K e Ca na camada de 0,10 – 0,20 m. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Adubo Mineral (Kg ha ⁻¹)	Composto orgânico (t ha ⁻¹)				Equação	R ² (%)
	0	2	4	6		
K mmol _c dm ⁻³						
Testemunha	0,62b	0,82a	0,62b	0,80b	-	-
½ dose recom.	0,90a	0,75a	1,00a	1,12a	y= 1,05-0,25x+0,06x ²	0,81
Ca mmol _c dm ⁻³						
Testemunha	27,50a	26,00a	18,25a	22,50a	y= 29,25 -2,22x	0,51
½ dose recom.	28,25a	23,50a	23,75a	14,50b	y= 32,75 – 4,10x	0,84

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ½ dose Recom.: metade da dose recomendada de adubo químico.

Fonte: Elaboração do autor.

Analisando os teores de potássio obtidos para os tratamentos com composto orgânico decorrentes da combinação com a adubação mineral, verificou-se que os resultados se adequaram em um modelo matemático de resposta quadrática, com maiores resultados sendo observados pelo incremento de composto orgânico a partir de 4 t ha⁻¹ (Tabela 5). Já para os teores de cálcio no solo, maiores valores médios (22,50 mmol_c dm⁻³) foram exibidos pela combinação testemunha (sem adubação mineral) mais a aplicação de 6 t ha⁻¹ do composto orgânico (Tabela 5). Os teores de cálcio exibidos pelos tratamentos com composto orgânico independentes se combinados ou não com a adubação mineral apresentaram valores que se ajustaram de forma linear, com respostas negativas ao incremento do composto orgânico ao solo anterior a semeadura do feijoeiro de inverno.

Quanto ao estado nutricional foliar das plantas de feijoeiro de inverno, a aplicação do composto orgânico alterou os teores de Ca e Mg (Tabela 6). Assim como ocorreu para as características agrônômicas e produtivas da cultura, não evidenciou-se efeitos da aplicação de metade da dose mineral recomendada para a cultura em relação à testemunha (sem adubação mineral) para os macronutrientes avaliados. Entretanto, foi constatada diferenças sobre o índice de clorofila foliar.

Também, não se verificou alterações significativas da interação entre composto orgânica e adubação mineral.

Tabela 6. Média dos teores foliares de macronutrientes (g kg^{-1}) do feijoeiro e índice de clorofila foliar (ICF), em função de doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	ICF
	-----(g kg^{-1}) -----						
Composto Orgânico (t ha^{-1})							
0	33,53	3,17	18,81	27,59	8,12	2,55	40,41
2	34,40	3,17	22,23	22,97	6,85	2,38	39,42
4	34,59	3,07	20,53	22,68	6,09	3,08	38,17
6	34,07	3,46	21,84	19,90	6,00	2,61	41,17
Adubo Mineral (Kg ha^{-1})							
Testemunha	34,52	3,18	20,36	23,25	6,81	2,62	41,63a
½ dose Recomendado	33,77	3,25	21,34	23,33	6,71	2,69	37,96b
Teste F – (CO)	0,15 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2,10 ^{ns}	4,85*	6,16**	1,49 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Teste F - (AM)	0,40 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	6,06*
Teste F – CO x AM	0,397 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,83 ^{ns}
DMS – (AM)	2,47	0,31	2,21	2,98	0,81	0,51	3,09
CV (%)	9,85	13,39	14,47	17,56	16,53	26,28	10,59

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ^{ns}: não significativo. Em que: CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Fonte: Elaboração do autor.

Os resultados constatados para o teor de potássio na cultura podem estar associados ao manejo da cultura em sistema plantio direto, este tipo de manejo pode ter contribuído para que parte significativa do nutriente fique retido e disponível nos restos culturais. Além disso, a velocidade de retorno do nutriente para o solo pode estar diretamente associado a lavagem da palhada pela água da chuva e/ou irrigação associada também à velocidade da decomposição do material orgânico. Em condições não favoráveis como as mencionadas e semelhantes à encontrada na área experimental com poucas chuvas e sem irrigação para suprir os períodos de estiagem, pode ter favorecido uma baixa disponibilidade do potássio a cultura em

desenvolvimento, podendo não estar acessível no estágio de maior exigência das plantas. No entanto, mesmo não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos para os teores de potássio na cultura, observou-se que apenas os níveis do nutriente encontrado nas plantas que não receberam composto orgânico ficaram abaixo dos valores considerados como ideais para o bom desenvolvimento da cultura do feijoeiro (20 a 24 g kg⁻¹ de matéria seca) de acordo com Ambrosano et al. (1996).

A ausência de efeitos significativos decorrentes da utilização do composto orgânico sobre os teores dos macronutrientes, exceto cálcio e magnésio pode estar diretamente associada à baixa velocidade de mineralização, como também, de uma menor disponibilidade destes nutrientes por parte do composto orgânico.

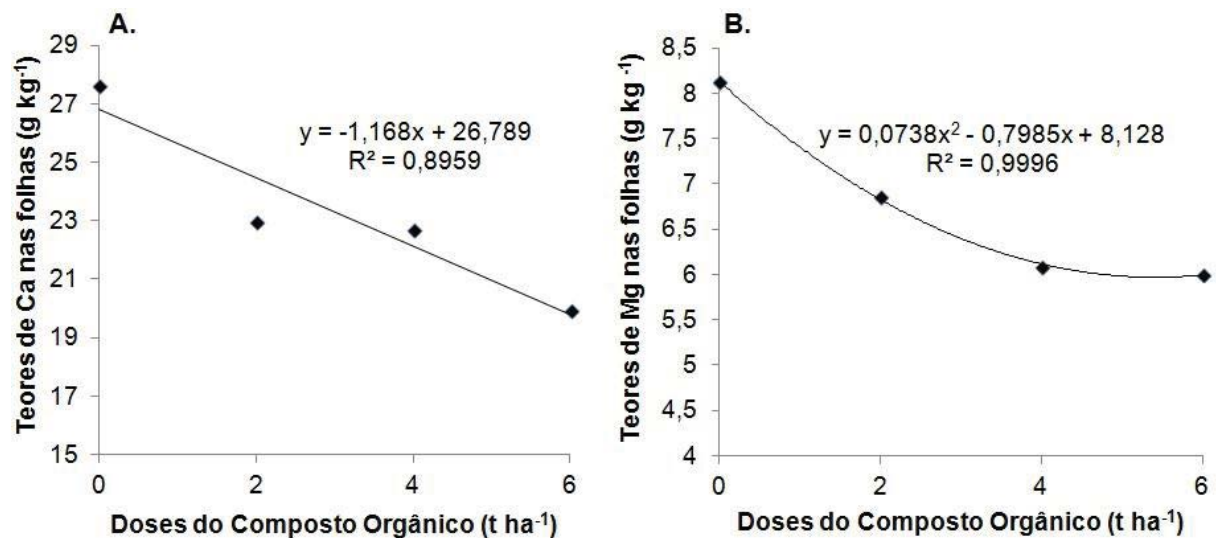
Para o S é importante destacar que os teores foliares encontrados em todos os tratamentos ficaram dentro da faixa considerada como adequada (2,0 a 3,0 g kg⁻¹) para o bom desenvolvimento do feijoeiro (AMBROSANO et al., 1996). Esses resultados reforçam a hipótese de que a baixa taxa de mineralização do composto orgânico utilizado pode ter sido determinante para a não ocorrência de alterações nos teores dos nutrientes, pois, mesmo nas áreas não adubadas os valores foram semelhantes e satisfatórios do ponto de vista nutricional para a cultura.

O teor de Ca nas folhas ficou dentro da faixa considerada como adequada por Ambrosano et al. (1996) de 10 a 25 g kg⁻¹ de matéria seca de folhas, entretanto o tratamento sem composto orgânico apresentou valores acima da faixa 27,59 g kg⁻¹. Nesse sentido, os valores exibidos para o nutriente em questão se ajustaram numa função do tipo linear com resposta negativa a aplicação do composto orgânico na superfície do solo antes da semeadura do feijoeiro. Deste modo, a aplicação do composto orgânico resultou num decréscimo, mesmo que discreto, nos teores de Ca (Figura 4A). Uma das hipóteses pode estar no excesso de potássio do composto orgânico, o que pode proporcionar um desequilíbrio nos níveis de Ca em função do maior acúmulo de potássio.

O teor de Mg nas folhas foi superior nas plantas coletadas nos tratamentos testemunhas, ficando acima da faixa considerada como adequada para o bom desenvolvimento da cultura do feijão de acordo com Ambrosano et al. (1996). A partir do tratamento testemunha constatou-se redução nos valores de Mg encontrados nos tecidos foliares das plantas tratadas com composto orgânico (Figura 4B). Entretanto, mesmo havendo redução nos valores, os teores do nutriente

ficaram acima da faixa considerada como adequada para o bom desenvolvimento do feijoeiro (2,5 a 5,0 g kg⁻¹). No entanto, é importante salientar que altos teores de Mg como os encontrados no presente estudo podem ocasionar toxidez dos tecidos foliares e afetar o pleno desenvolvimento da cultura (AMBROSANO et al., 1996).

Figura 4. Efeito das doses do composto orgânico sobre os teores de Ca (A) e Mg (B) nas folhas de feijoeiro. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.



Fonte: Elaboração do autor.

A aplicação do composto orgânico não afetou as características agrônômicas, bem como, os componentes de produção e produtividade de grãos do feijoeiro de inverno (Tabela 7). O uso de metade da adubação mineral de base aplicado na semeadura do feijoeiro não alterou as variáveis estudadas, não diferindo da testemunha (sem aplicação da fonte mineral). Resultados semelhantes foram constatados para a interação composto orgânico e adubação mineral, cuja, combinação não promoveu efeitos sobre as características estudadas do feijoeiro de inverno.

A não ocorrência de resultados positivos em função da aplicação do composto orgânico mesmo na aplicação em doses maiores pode estar associada a uma mineralização mais lenta devido à origem do material orgânico. Esta característica do produto orgânico pode ter influenciado no desenvolvimento da cultura, já que, uma menor mineralização, resulta numa baixa taxa de conversão dos nutrientes que compõe o material orgânico e são transformados em minerais prontamente disponíveis aos vegetais. Isso pode ocasionar teores de macro e micronutrientes abaixo dos valores considerados adequados para o bom

desenvolvimento da cultura em estudo, resultando na não ocorrência de diferenças entre tratamentos num curto período de estudo, considerando que o feijoeiro de inverno é uma cultura anual e apresentou ciclo de 93 dias.

Tabela 7. Média dos valores de altura da planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), comprimento de vagem (CV), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) em função das doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral sobre a cultura do feijão de inverno. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Tratamento	AP	AIPV	CV	NVP	NGV	M100	PROD
	------(cm)-----			------(n ^o)-----		(g)	(kg ha ⁻¹)
Composto Orgânico (t ha⁻¹)							
0	85,83	17,43	10,60	9,66	5,31	26,06	2942
2	84,46	15,76	10,36	9,46	5,40	25,63	2973
4	86,91	17,66	10,20	9,13	5,05	29,19	3037
6	86,91	16,91	10,40	9,38	5,43	26,02	3043
Adubo Mineral (kg ha⁻¹)							
Testemunha	83,55	16,98	10,48	9,06	5,46	26,78	2918
½ dose Recom.	88,50	16,92	10,30	9,75	5,14	26,76	3081
Teste F – (CO)	0,10 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Teste F - (AM)	1,35 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,58 ^{ns}	2,64 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,12 ^{ns}
Teste F – CO x AM	0,49 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,67 ^{ns}
DMS (AM)	8,84	2,09	0,35	1,13	0,41	2,90	320,94
CV (%)	13,98	16,81	4,64	16,40	10,58	14,77	14,55

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ^{ns}: não significativo. Em que: CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa; ½ dose Recom.: metade da dose recomendada de adubo químico.

Fonte: Elaboração do autor.

Entretanto, é importante destacar que Reina et al. (2010), verificaram aumentos na produtividade das culturas, com o uso de altas doses de esterco bovino, devido a maior disponibilidade de nutrientes e o aumento da capacidade de retenção de água nestas condições, porém a cultura utilizada foi o milho. Contudo, os adubos orgânicos em doses muito elevadas tornam-se prejudiciais às plantas, o

que vai depender de sua composição química, taxa de mineralização e teor de nitrogênio (FIGUEIREDO et al., 2012).

De acordo com Trani (2007), os fertilizantes orgânicos obtidos pela transformação de resíduos como os de carne, osso, esterco bovino e esterco de frango apresentam aspecto positivo que é a liberação gradual e constante de nutrientes, ao contrário dos fertilizantes minerais que apresentam liberação rápida. Segundo Galbiatti et al. (2011), a matéria orgânica transformada em húmus potencializa a ação de microrganismos, resultando no melhor aproveitamento dos nutrientes do solo, que ocorre de maneira gradativa e contínua e, resulta num maior equilíbrio nutricional da cultura.

Para os resultados constatados da aplicação do adubo mineral na metade da dose recomendada (Tabela 7), uma das hipóteses é de que apenas metade da dose do insumo mineral, mesmo que combinada com uma fonte orgânica seja insuficiente para atender as exigências nutricionais da cultura. Por outro lado, uma boa disponibilidade de nutrientes no solo da área experimental combinada com a aplicação de apenas metade da dose mineral recomendada para a cultura, pode ter impossibilitado a ocorrência de efeitos positivos advindos da aplicação do insumo mineral. Pois, nestas condições, a observação de respostas à adubação mineral seria mais facilmente possível pela aplicação de maiores quantidades do adubo mineral, o que demonstra a exigência da cultura por nutrientes para um bom desenvolvimento vegetativo e produtivo.

Neste aspecto, provavelmente as mudanças observadas nas características químicas do solo não foram suficientes para influenciar a produtividade do feijoeiro.

A primeira contagem de germinação (PC), a germinação final (G), envelhecimento acelerado (ENV), assim como o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes do feijoeiro não foram afetadas pela aplicação do adubo orgânico (Tabela 8). Contudo, em todos os tratamentos utilizados constatou-se valor de germinação igual ou superior a 90%, caracterizando alto vigor das sementes obtidas do feijoeiro. Além disso, as sementes apresentaram valores superiores ao mínimo estabelecido para a comercialização de sementes de feijão no Estado de São Paulo (80%) (FANAN et al., 2006). A utilização de sementes com essas características é essencial para o desenvolvimento de um estande homogêneo, promovendo o estabelecimento da cultura, com maior potencial produtivo.

Tabela 8. Primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (COND) e envelhecimento acelerado (ENV) em função das doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral sobre a cultura do feijão de inverno. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Tratamento	PC	G	IVG	COND	ENV
	(%)			($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	(%)
Composto Orgânico (t ha ⁻¹)					
0	89,25	90,00	13,92	42,28	45,00
2	91,75	92,00	14,28	33,35	46,62
4	88,75	90,00	13,83	36,60	45,87
6	91,75	91,75	14,27	37,86	46,25
Adubo Mineral (kg ha ⁻¹)					
Testemunha	90,50	90,87	14,09	34,85b	46,43
½ dose Recomendado	90,25	90,62	14,05	40,20a	45,43
Teste F – (CO)	1,49 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,40 ^{ns}	4,18 ^{**}	0,87 ^{ns}
Teste F - (AM)	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	8,77 [*]	1,80 ^{ns}
Teste F – CO x AM	0,11 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,94 ^{ns}	18,76 [*]	0,92 ^{ns}
DMS – (AM)	2,72	2,55	0,40	3,76	1,54
CV (%)	4,09	3,83	3,95	13,67	4,58

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo. Em que: CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

Fonte: Elaboração do autor.

Os bons resultados observados no tratamento sem composto pode estar relacionado à caracterização química do solo (Tabela 1), que de modo geral, apresentou bons teores de fósforo (25 mg dm⁻³) e de saturação por bases na camada de 0-0,20 m. De acordo com Xavier et al. (2006), a transformação da matéria orgânica no solo ocorre em velocidade baixa. Nesse sentido, a natureza orgânica do adubo utilizado no estudo pode ter influência direta nos resultados obtidos, já que, uma mineralização mais lenta de compostos orgânicos complexos em compostos mais simples disponibilizaria menor quantidade de nutrientes em um período curto. Esse fato associado ao ciclo curto e rápido desenvolvimento da cultura (93 dias) pode ter sido determinante para a falta de efeitos positivos

decorrentes da aplicação do composto orgânico ao solo, não sendo possível evidenciar resultados positivos sobre a qualidade fisiológica das sementes mesmo nas sementes das plantas cultivadas nas áreas que receberam maiores quantidades do composto orgânico.

O incremento de composto orgânico ao solo não alterou o IVG das sementes da cultura analisada. Segundo Ferreira e Borghetti (2004) quanto maior o IVG, maior será o vigor das sementes, deste modo, pode-se afirmar que a aplicação do composto orgânico anterior a cultura independente das doses aplicadas no ensaio experimental não contribui para aumentar o vigor das sementes do feijoeiro.

O Envelhecimento acelerado não apresentou diferença entre os tratamentos, indicando que não deve ter afetado os resultados das avaliações de qualidade. No entanto, as condições experimentais estavam favoráveis durante a fase de desenvolvimento e produção das plantas, pois do estágio fenológico de maturação fisiológico até a colheita das sementes, verificou-se que houve alta precipitação pluvial acumulada.

A utilização do adubo mineral na metade da dose recomendada para a cultura alterou apenas a condutividade elétrica. Maior valor médio ($40,20 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) foi obtido pela aplicação do insumo mineral. O teste de condutividade elétrica mede a quantidade de solutos lixiviados pela semente ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), ou seja, quanto maior o valor obtido no teste, maior é o grau de danificação das membranas celulares. Dessa forma, o teste baseia-se na mudança da resistência elétrica, determinada pela lixiviação de eletrólitos dos tecidos da semente para a água em que ficou imersa (VIEIRA; KRZYZANOWSKY, 1999), ou seja, na eficiência da membrana em regular o fluxo de entrada e saída dos solutos (CARVALHO, 1994).

Também, verificou-se interação significativa entre composto orgânico e adubação mineral para a condutividade elétrica das sementes de feijoeiro (Tabela 9).

Para a interação adubo mineral e doses do composto orgânico, a dose de 2 t ha^{-1} na testemunha foi a que menos apresentou danos sobre a integridade das membranas das sementes. As áreas tratadas com metade da adubação mineral recomendada para a cultura e sem aplicação do composto orgânico apresentou os menores valores médios ($33,26 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), e, com o incremento do composto orgânico ao solo, evidenciou-se também um aumento de danos das membranas destas sementes.

Tabela 9. Desdobramento das interações significativas para Condutividade Elétrica nas sementes de feijão, em função do composto orgânico e adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013.

Adubo mineral (kg ha ⁻¹)	Composto orgânico (t ha ⁻¹)				Equação	R ² %
	0	2	4	6		
Condutividade Elétrica (µS cm ⁻¹ g ⁻¹)						
Testemunha	51,31a	27,76b	29,64b	30,68b	y= 6,15x ² -36,73x+80,6	0,91
½ dose Recom	33,26b	38,95a	43,57a	45,04a	y= 3,99x+30,22	0,94

Nota: Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ½ dose Recom.: metade da dose recomendada de adubo químico.
Fonte: Elaboração do autor.

Contudo para a interação do adubo mineral dentro de cada dose de composto orgânico, o tratamento sem aplicação do composto orgânico (testemunha) e adubo mineral (testemunha) apresentaram valores estatisticamente superiores em relação ao tratamento com utilização da metade da dose recomendada. Entretanto, para as demais doses do composto orgânico (2, 4, 6 t ha⁻¹) os resultados foram superiores e crescentes, nas áreas tratadas com metade da dose recomendada do adubo mineral quando comparados com a testemunha.

4.2 EXPERIMENTO II - RESIDUAL DO COMPOSTO ORGÂNICO APLICADO NO FEIJOEIRO DE INVERNO NA CULTURA DO MILHO EM SUCESSÃO

Não houve efeito residual do composto orgânico sobre a altura de planta (AP), altura de inserção de primeira espiga (AIE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga, colmo e sabugo (DE), (DC) e (DS) respectivamente, além dos componentes de massa de 100 grãos e da produtividade de grãos de milho (Tabela 10).

Castoldi et al. (2011), avaliando o desempenho produtivo do milho submetido a fontes de adubação (mineral, orgânica com biofertilizante de suínos e organomineral), em Latossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa, não constataram efeito das fontes de adubação sobre a altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de espiga, indicando que a adubação mineral pode ser substituída por fontes orgânicas, sem que haja perdas nas características

agronômicas da cultura. Entretanto, os autores mencionam que, os efeitos das fontes orgânicas sobre os componentes de produção não são totalmente esclarecidos e conclusivos, sendo mais susceptíveis a alterações proporcionadas devido o uso de fontes minerais.

Resultados exibidos para a produtividade de grãos não corroboram com os constatados por Amujoyegbe, Opabode e Olayinka (2007), os quais verificaram que aplicação de cama de galinha incrementou a produtividade de grãos de milho em relação ao tratamento que não recebeu adubação orgânica (testemunha).

Tabela 3. Média dos valores de Altura da planta (AP), altura de inserção de primeira espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), massa cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) em função do residual das doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral sobre a cultura do milho. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.

Tratamento	AP	AIE	DC	CE	DE	DS	M100	PROD
	----- (cm)-----						g	kg ha ⁻¹
Composto Orgânico (t ha ⁻¹)								
0	231,02	101,40	2,20	17,63	4,54	2,91	24,66	3793
2	232,08	103,20	2,17	18,36	4,61	2,97	24,09	4675
4	222,92	95,36	2,10	17,53	4,67	2,95	25,15	3953
6	233,33	103,23	2,14	17,03	4,63	2,97	26,51	3762
Adubo Mineral (kg ha ⁻¹)								
Testemunha	227,50	99,93	2,16	17,17	4,58	2,95	24,01b	4044
½ dose Recom.	232,18	101,66	2,14	18,10	4,64	2,95	26,20a	4047
Teste F – (CO)	1,66 ^{ns}	2,85 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,51 ^{ns}	2,32 ^{ns}
Teste F - (AM)	1,65 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,24 ^{ns}	3,38 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,10 ^{ns}	6,83*	0,10 ^{ns}
Teste F – CO x AM	1,00 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,99 ^{ns}	2,12 ^{ns}	1,91 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,77 ^{ns}	2,82 ^{ns}
DMS – (AM)	7,58	4,58	0,10	1,04	0,16	0,07	1,74	580,18
CV (%)	4,49	6,89	6,32	8,06	4,83	3,53	9,46	19,65

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação; ½ dose Recom.: metade da dose recomendada de adubo químico.

Fonte: Elaboração do autor.

Uma das hipóteses para os resultados obtidos pode ser a baixa precipitação pluvial registrada durante o ciclo da cultura. O período de estiagem pelo qual passou a região pode ter afetado o desenvolvimento da cultura, que possivelmente pode ter desfavorecido a expressão dos tratamentos com composto orgânico residual sobre os componentes produtivos da cultura do milho. De acordo com Magalhães e Durães (2006), plantas com deficiência hídrica podem afetar o sincronismo entre a emissão dos grãos de pólen e a receptividade dos estilo-estigmas da espiga e aumentar a porcentagem de espigas sem grãos nas extremidades, situação essa constatada em diversas plantas.

Outra hipótese seria as doses adotadas para o ensaio experimental, estas seriam insuficientes para promover efeitos sobre as características agronômicas e componentes de produção da cultura do milho, tendo seus efeitos ainda mais reduzidos em função do ensaio se basear no efeito residual da aplicação do composto orgânico nas referidas doses.

O efeito residual da aplicação da metade da dose do adubo mineral sobre a cultura antecessora ao cultivo do milho alterou a massa de cem grãos de milho (Tabela 10). Para as demais características avaliadas não houve efeito da aplicação residual da metade da dose recomendada na cultura do feijoeiro, cultivada anteriormente ao milho. Biscaro et al. (2011), estudando o efeito da aplicação de nitrogênio nas características agronômicas do milho, observaram que a massa de mil grãos foi afetada pelas doses de N, mostrando que a disponibilidade de nutrientes tem efeito direto na massa dos grãos.

Os tratamentos conduzidos não aumentaram os teores de nitrogênio e potássio foliar, os quais ficaram abaixo dos valores recomendados para a cultura do milho (CANTARELLA et al., 1997) (Tabela 11). Estes resultados indicam que é necessário fazer uma suplementação de nitrogênio e potássio para a cultura do milho.

A análise dos teores de nutrientes foliares no milho é um dos métodos mais eficientes para avaliar o estado nutricional da cultura e o reflexo da disponibilidade dos nutrientes no solo. Neste contexto, determinou-se o índice de clorofila foliar (ICF), para auxiliar na verificação do estado nutricional da cultura, uma vez que este índice tem alta correlação com o teor de N na folha por fazer parte da molécula de clorofila. Desta forma, o ICF de milho não diferiu por efeito das doses do composto orgânico e o uso de metade da dose química do adubo (Tabela 11). Entretanto, em

trabalho realizado por Nogueira, Sena Júnior e Ragagnin (2010), os autores verificaram que o teor de clorofila foliar está diretamente relacionado à matéria seca e os níveis de N no solo.

Tabela 4. Média dos teores foliares de macronutrientes (g kg^{-1}) do milho e índice de clorofila foliar (ICF), em função de doses do composto orgânico combinado ou não com adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	ICF
	-----(g kg^{-1}) -----						
Composto Orgânico (t ha^{-1})							
0	25,67	2,84	13,31	7,75	2,31	1,92	52,13
2	25,72	3,17	14,09	7,43	2,40	2,52	51,18
4	26,92	2,66	14,00	7,78	2,31	2,18	53,12
6	24,81	2,77	14,93	8,31	2,18	1,93	51,45
Adubo Mineral (kg ha^{-1})							
Testemunha	26,99	2,99a	14,48	7,92	2,40	2,30a	52,33
½ dose Recom.	25,89	2,73b	13,68	7,71	2,20	1,97b	51,61
Teste F – (CO)	1,43 ^{ns}	4,36 ^{ns}	0,79 ^{ns}	4,77*	0,30 ^{ns}	5,38**	0,37 ^{ns}
Teste F (AM)	0,38 ^{ns}	6,10*	1,13 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,56 ^{ns}	7,48*	0,26 ^{ns}
Teste F – CO x AM	0,66 ^{ns}	3,83*	2,38 ^{ns}	51,71**	0,18 ^{ns}	7,13**	1,25 ^{ns}
DMS	3,67	0,22	1,55	0,34	0,33	0,25	2,94
CV (%)	18,92	10,38	15,02	6,01	19,93	16,04	7,72

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação; ½ dose Recom.: metade da dose recomendada de adubo químico.

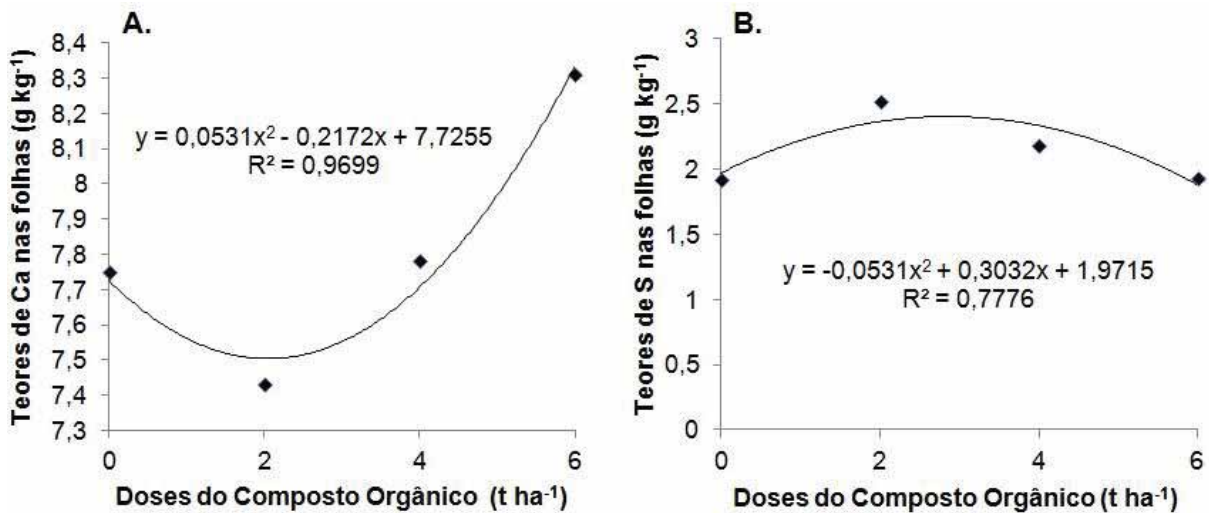
Fonte: Elaboração do autor.

A adubação residual na metade da dose mineral realizada na cultura do feijão de inverno não foi suficiente para fornecer o fósforo em quantidades adequadas às plantas de milho em cultivo sucessivo. Segundo Silva, Silva Filho e Alvarenga (2000), a cultura do milho responde normalmente a adubação a base de fósforo de plantio e aos seus efeitos residuais, com significativos aumentos de produção.

Os teores de Ca nas folhas de milho foram superiores aos considerados adequados para cultura ($2,5$ a $8,0 \text{ g kg}^{-1}$) de acordo com Raj et al. (1997).

Constatou-se para a aplicação de 6 t ha⁻¹ um teor de Ca nas folhas equivalente a 8,31 g kg⁻¹ (Figura 5A). Essa dose seria suficiente para o fornecimento adequado do nutriente para a cultura do milho nas condições do solo estudado.

Figura 2. Efeito residual das doses do composto orgânico sobre os teores de Ca (A) e S (B) nas folhas do milho. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.



Fonte: Elaboração do Autor.

Os resultados dos teores de enxofre nos tecidos foliares das plantas de milho se ajustaram a uma equação quadrática (Figura 5B). Assim, verificou-se aumento nos teores de enxofre até a aplicação de 2,4 t ha⁻¹ do composto orgânico, contudo, constatou-se redução nos teores do nutriente em função do incremento de maiores doses do composto orgânico.

Analisando os desdobramentos da interação entre composto orgânico e metade da dose recomendada para a adubação mineral (Tabela 12), verificou-se efeito desta sobre os teores de P, Ca e S encontrados nos tecidos foliares do milho.

Quanto às concentrações de P e S, a combinação entre os tratamentos com adubação mineral da dose de 2 t ha⁻¹ afetaram os teores do nutriente presentes nos tecidos foliares da cultura. Assim, maiores resultados foram constatados para as testemunhas (3,60 g kg⁻¹) e (3,14 g kg⁻¹) frente à metade da dose mineral recomendada (2,75 g kg⁻¹) e (1,90 g kg⁻¹), respectivamente na dose de 2 t ha⁻¹ de composto orgânico (Tabela 12).

No entanto, mesmo não havendo efeito da combinação dos tratamentos com adubação mineral e a aplicação do composto orgânico em diferentes doses, os teores de P encontrados se enquadraram dentro da faixa considerada como adequado para o bom desenvolvimento da cultura de 2,0 a 4,0 g kg⁻¹ segundo Raji et al. (1997).

Tabela 5. Desdobramento das interações significativas para os teores de P, Ca, S nas análises nutricionais foliares do milho, em função do residual do composto orgânico e adubação mineral. Selvíria, Mato Grosso do Sul. Safra 2013/2014.

Adubo mineral (kg ha ⁻¹)	Composto orgânico (t ha ⁻¹)				Equação	r ²
	0	2	4	6		
P (g kg ⁻¹)						
Testemunha	2,97a	3,60a	2,64a	2,76a	-	-
½ dose recomendada	2,72a	2,75b	2,68a	2,78a	-	-
Ca (g kg ⁻¹)						
Testemunha	9,62a	6,81b	7,18b	8,06a	y= 0,92x ² -5,04x+13,6	0,92
½ dose recomendada	5,87b	8,06a	8,37a	8,56a	y= -0,50x ² +3,33x+3,1	0,96
S (g kg ⁻¹)						
Testemunha	1,77a	3,14a	2,33a	1,99a	y= -0,42x ² +2,12x+0,2	0,68
½ dose recomendada	2,07a	1,90b	2,04a	1,88a	-	-

Nota: Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração do autor.

Já para os níveis de Ca nos tecidos foliares da cultura, a interação demonstrou efeito significativo para a combinação dos tratamentos com adubo mineral e a utilização dos adubos orgânicos com exceção para a aplicação de 6 t ha⁻¹ do produto orgânico (Tabela 12). A aplicação de 2 ou 4 t ha⁻¹ do composto orgânico proporcionou resultados semelhantes entre si, com maiores teores de Ca constatados quando estes adubos orgânicos foram combinados com a aplicação no sulco de semeadura de metade da dose mineral recomendada para a cultura antecessora, no caso, o feijoeiro de inverno. Contudo, resultado contrário foi observado para o tratamento testemunha (sem aplicação do composto orgânico) que quando combinado com os tratamentos minerais (testemunha e metade da dose

recomendada para a cultura). Desse modo, maior teor de Ca nas folhas do milho foram observadas para a testemunha (sem aplicação da adubação mineral de base).

Os resultados encontrados para as concentrações de Ca em função da adoção do composto orgânico independente da combinação com os tratamentos de adubo mineral se ajustaram matematicamente em modelo quadrático de resposta. O teor de Ca nas folhas foi superior nas plantas, principalmente para a metade da dose de adubo químico.

5 CONCLUSÃO

O feijoeiro cultivado em SPD não responde ao composto orgânico aplicado na superfície do solo, mesmo quando combinado com metade da adubação química recomendada no sulco de semeadura. A aplicação do composto orgânico promoveu redução nos teores de Ca e Mg nos tecidos foliares do feijoeiro de inverno.

A qualidade fisiológica da semente de feijão não afeta pela aplicação do composto orgânico associado com o adubo mineral.

O adubo orgânico aplicado superficialmente é suficiente para promover alteração no teor de fósforo do solo depois do cultivo do feijão de inverno na camada de 0-0,10 m. Para a camada de 0,10-0,20 m de profundidade o composto orgânico altera apenas os teores de potássio e cálcio do solo.

O residual do composto orgânico na cultura do milho não proporcionou efeitos na maioria dos teores de macronutrientes, componentes de produção e produtividade de grãos do milho.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. R. G. M. **Aproveitamento do resíduo da indústria de celulose no cultivo do bambu**. 2011. 52 f. Dissertação (Mestre em Química) – Universidade Federal do Pernambuco - UFPE, Recife, 2011.

AMADO, T. J. C. O Sistema plantio direto na palha de qualidade e os serviços ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009. (CD-ROM).

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J. A.; CANTARELA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. p.189-203. (Boletim Técnico, 100).

AMUJOYEGBE, B. J.; OPABODE, J. T.; OLAYINKA, A. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 6, n. 16, p. 1869-1873, 2007.

AQUINO, A.M. **Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2005. (Circular técnica, v. 1, n.12).

AWIKA, J. M. Major cereal grains production and use around the world. In: AWIKA, J. M.; PIIRONEN, V.; BEAN, S. (eds.) **Advances in cereal science: implications to food processing and health promotion**. Washington: ACS Symposium Series: American Chemical Society, 2011. p.1-13.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. M. da. **Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8 p. (Circular Técnica, 49).

BLOOM, P. R.; McBRIDE, M. B.; WEAVER, R. M. Aluminium organic matter in acid soils, buffering and solution aluminum activity. **Soil Science Society America Journal**, Madison, n. 43, p. 488-93, 1979.

BISCARO, G. A.; MOTOMIYA, A. V. A.; RANZI, R.; VAZ, M. A. B.; PRADO, E. A. F.; SILVEIRA, B. L. R. Desempenho do milho safrinha irrigado submetido a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 11, p. 10-19, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CAMPO DALL'ORTO, F. A.; BARBOSA, W.; OJIMA, M.; RAIJ, B. Frutas de clima temperado II: Figo, maçã, marmelo, pêra e pêssego em pomar compacto. In: RAIJ, B. van. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Fundação Instituto Agrônômico - IAC, 1996. p.139-140.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. R.; FURLAN, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico - IAC, 1996. p. 45-71. (Boletim Técnico, 100).

CANTARELLA, H; RAIJ, B. VAN; CAMARGO, C. CEREAIS. IN: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico - IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).

CAIRES, E, F. Correção da acidez do solo no sistema plantio direto. **Informações Agrônômicas**. Piracicaba: [s. n.], 2013.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1-30.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.

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

CERVI, E. U. A revolução da palha. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 73, p. 8-12, 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4**. Aproximação. Lavras, 1989. 176 p.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO - CTSBF. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 2012/2013**, décimo segundo levantamento. Brasília, DF, 2013. 29 p. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 4 jul. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - Conab. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, quarto levantamento, janeiro 2015. Brasília, DF, 2015.

DAMATTO JUNIOR, E.R. **Efeitos da adubação com composto orgânico na fertilidade do solo, desenvolvimento, produção e qualidade de frutos de bananeira 'Prata-anã' (Musa AAB)**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

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

DEMÉTRIO, R. **Efeitos da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa – C microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (Zea mays L.)**. 1988. n. 98. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1988.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHOLTER, S. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012.

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

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

FANAN, S.; MEDINA, P. F.; LIMA, T. C.; MARCOS FILHO, J. M. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n.2, p. 152-158, 2006.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELLOS, C. A.; UEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 247-254, 1998.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. Software.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 1, p. 175-179, 2012.

FONTANA, A. **Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica em solos do Brasil**. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/FAOSTAT-FAO. **Rankings: Countries by commodity: Beans, dry**, 2010. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE_TOP_20>. Acesso em: 22 jan. 2013.

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.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; PRETE, C. E. C.; RALISCH, R.; GUIMARAES, M. S. **As plantas daninhas e a semeadura direta**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. (Circular Técnica, v. 33).

GAZZONI, D. **Federação da agricultura do Estado do Paraná – FAEP**. Londrina, 2012. Disponível em: <<http://www.sistemafaep.org.br/noticia>>. Acesso: 19 jun. 2012.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; ROCHA, A. C.; ANDRADE, D. N. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**, Dourados, v. 6, n. 19, p. 29-35, 2013.

HELCKLER, J. C.; SALTON, J. C. **Palha: fundamento do sistema plantio direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26 p. (Coleção Sistema Plantio Direto, n. 7).

HOYT, P.B.; TURNER, R. C. Effect of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH₄ and crop yields. **Soil Science**, Philadelphia, v. 119, n. 3, p. 227-237, 1975.

HORTENSTINE, C. C.; ROTHWELL, D. F. Use of municipal compost in reclamation of phosphat-mining sand tailings. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 1, p. 415-418, 1972.

HUNTER, D.J.; YAPA, L.G.G.; HUE, N.V.; EAQUB, M. Comparative effects of green manure and lime on the growth of sweet corn and chemical properties of an acid oxisol in Western Samoa. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 26, p. 375-88, 1995.

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

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E.J. Kiehl, 1998. 171 p.

KIEHL, E. J. **Novos fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, 2010. 248 p.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, p. 97-104, 2000.

KROB, A. D.; MORAES, S. P.; SELBACH, P. A.; BENTO, F. M.; CAMARGO, F. A. O. Propriedades químicas de um Argissolo tratado sucessivamente com composto de lixo urbano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 433-439, 2011.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006. 10 p. (Circular Técnica, 76).

MAGRO, F. O. **Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba**. Botucatu. 109 p. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.24.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. **Aspectos socioeconômicos da cultura do milho**. In: **MILHO: informações técnicas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1997. (Circular Técnica do Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste/EMBRAPA, n. 5).

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELLI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 18, p. 449-455, 1994.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais (Compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa; SBCS, 1997.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T. FERNANDES, F. F. DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N. (Eds.) **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 209-248.

MORAES, M. T.; SILVA, V. R.; ARNUTI, F. Resíduos líquidos de efluentes de agroindústria de carnes na produtividade de girassol. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 843-853, 2012.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BIAVA, M. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 7, p. 95-102, 1983.

MUZILLI, O. O plantio direto como alternativa no manejo e conservação do solo. In: CURSO básico para instrutores em manejo e conservação do solo. Londrina: IAPAR, 1991. p. 21.

NOGUEIRA, P. D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; RAGAGNIN, V. A. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 2, p.117-124, 2010.

OLIVEIRA, F. C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num latossolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. 2000. 247 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, I. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, J. C.; FILHO, J. F. C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um latossolo amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 3, p. 238-244, 2009.

PASCUAL, J. A.; AYUSO, M. ; GARCIA, C.; HERNÁNDEZ, T. Characterization of urban wastes according to fertility and phytotoxicity parameters. **Waste Management & Research**, London, v. 15, p. 103-112. 1997.

PASQUALETTO, A.; COSTA, L. M. da; SILVA, A. A. Influência de culturas de safrinhas em sucessão a cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto sobre a resistência a penetração do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 29, n. 2, p. 27-32, 1999.

PEDRINHO, E. A. N. **Isolamento e caracterização de bactérias promotoras de crescimento em milho (*Zea mays* L.)**. 2009. 74 f. Tese (Doutorado em Microbiologia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

PELÁ, A.; SILVA, J. S.; RODRIGUES, E. M.; MELLO, G. P. Plantas de cobertura e adubação com NPK para o milho em plantio direto. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v. 11, n. 5, p. 371-377, 2010.

PEREIRA FILHO, I. A. Fatores que interferem no resultado do milho. **Revista Campo e Negócio**, ano 5, n. 68, p. 24-27, 2008.

PEREIRA NETO, J. T. **On the treatment of municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting: a low technology approach**. 1987. 1987. 246 f. Tese (Doutorado Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade de Leeds, Leeds, 1987.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem**: processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

PRIMO, D. C.; FÁDIGAS, F. S.; CARVALHO, J. C. R.; SCHMIDT, C. D. S.; BORGES FILHO, A. C. S. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 742-746, 2010.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991.

RAIJ, V. B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico Campinas, 1997.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001.

REINA, E.; AFFÉRI, F. S.; CARVALHO, E. V.; DOTT, M. A.; PELUZIO, J. M. Efeito de doses de esterco bovino na linha de semeadura na produtividade de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 5, p. 158-164, 2010.

RIBEIRINHO, V. S.; MELO, W. J.; SILVA, D. H.; FIGUEIREDO, L. A.; MELO, G. M. P. Fertilidade do solo, estado nutricional e produtividade de girassol, em função da aplicação de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 166-173, 2012.

ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v. 1, n. 3, p. 4, 1983.

SANTANA, C. T. C.; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M. L.; MENEZES, C. B. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 22-29, 2012.

SANTOS, R. H. S. Olericultura orgânica. In: FONTES, P. C. R. **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa, MG, 2005.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, p. 443-449, 2011.

SARTOR, L. R.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, T. S.; BIGOLIN, P. E.; MIYAZAWA, M.; CARVALHO, P. C. F. Effect of swine residue rates on corn, common bean, soybean and wheat yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 661-669, 2012.

- SILVA, E. C.; SILVA FILHO, A. V.; ALVARENGA, M. A. Efeito residual da adubação da batata sobre a produção do milho-verde em cultivo sucessivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2151-2155, 2000.
- SILVA, R. P.; CAMPOS, M. A. O.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de milho no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba-MG. **Fazu em Revista**, Uberaba, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2004.
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**. New York: John Wiley, 1982.
- TEIXEIRA, L. B.; GERMANO, V. L. C.; OLIVEIRA, R. F. DE; FURLAN JÚNIOR, J. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Belém: Embrapa, 2004. (Circular Técnica, 33).
- TRANI, P. E. **Farinha dos ossos bovinos é opção a adubos químicos**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2007.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. World corn production consumption and stocks. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**, Washington, p. 1-40, 2013. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2014.
- VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 218-224, 2004.
- VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMAI, M. A. N.; PEDRO-SAI, M. W.; SANTOS, M. R. DOS. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2010.
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Brasília, DF: ABRATES, 1999. Cap. 4, p. 1-26.
- VILLAS BÔAS, R. L.; PASSOS, J. C.; FERNANDES, D. M.; BÜLL, L. T.; CEZAR, V. R. S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 28-34, 2004.
- WONG, M. T. F. AKEAMPONG, E.; NORTCLIFF, S.; RAO, M. R.; SWIFE, R. S. Initial responses of maize and beans to decreased concentrations of monomeric inorganic aluminium with application of manure or tree prunings to an oxisol in Burundi. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 171, p. 275-82, 1995.

XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S; MENDONÇA, E. S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba - CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, p. 247-258, 2006.

YOKOYAMA, L. P.; DEL PELOSO, M. J.; DI STEFANO, J. G.; YOKOYAMA, M. **Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”**: avaliação preliminar. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 98).