

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

SIMONE DA SILVA GOMES

**BIOFERTILIZAÇÃO COM DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA
CULTURA DO FEIJOEIRO: EFEITOS NA NODULAÇÃO, NO
RENDIMENTO DE GRÃOS E NA QUALIDADE DO SOLO**

DOURADOS-MS
2015

SIMONE DA SILVA GOMES

**BIOFERTILIZAÇÃO COM DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA
CULTURA DO FEIJOEIRO: EFEITOS NA NODULAÇÃO, NO
RENDIMENTO DE GRÃOS E NA QUALIDADE DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biologia Geral/Bioprospecção para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Bioprospecção

Orientador: Profº Dr. Fábio Martins Mercante

Coorientador: Profº Dr. Rogério Ferreira da Silva

DOURADOS-MS
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G633b	<p>Gomes, Simone da Silva Biofertilização com dejetos líquidos de suínos na cultura do feijoeiro : efeitos na nodulação, no rendimento de grãos e na qualidade do solo / Simone da Silva Gomes. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 54f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Fábio Martins Mercante. Coorientador: Prof. Dr. Rogério Ferreira da Silva. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção) – Faculdade de Ciências Biológicas. Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Composto orgânico. 2. Qualidade do solo. 3 Fertilização do solo. 4. Biofertilizantes. I. Título.</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

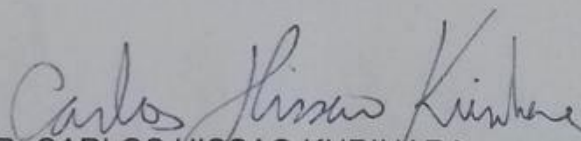
"BIOFERTILIZAÇÃO COM DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA CULTURA DO
FEIJOEIRO: EFEITO NA NODULAÇÃO, NO RENDIMENTO DE GRÃOS E NA
QUALIDADE DO SOLO".

POR

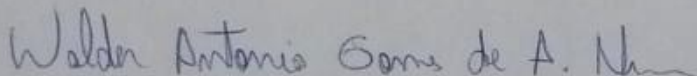
SIMONE DA SILVA GOMES

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO: "BIOPROSPECÇÃO".

DR. FÁBIO MARTINS MERCANTE
ORIENTADOR – EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE



DR. CARLOS HISSAO KURIHARA
MEMBRO TITULAR – EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE



DR. WALDER ANTONIO GOMES DE ALBUQUERQUE NUNES
MEMBRO TITULAR – EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE

Aprovada em 29 de setembro de 2015.

Agradecimentos

À Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, pela oportunidade da realização do curso de pós-graduação em Biologia Geral/Bioprospecção.

À Fundação de Desenvolvimento de Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul – FUNDECT, pela concessão da bolsa de estudos.

In memoriam ao meu orientador, o Professor Dr. Fábio Martins Mercante, pela orientação e por todo o suporte oferecido durante a realização do presente estudo.

Ao Professor Dr. Rogério Ferreira da Silva, pela orientação, ensinamentos e amizade.

Aos amigos de laboratório de Microbiologia do Solo, Nayara Moreno, Izabeli Ribeiro, Patrícia Rochefeler, Gustavo Lavarias, Michel Assmann e Bruno Colognese, pelos momentos prazerosos de trabalho.

À minha querida irmã Michele Gomes, por todo carinho, auxílio e motivação durante esta etapa da minha vida.

Aos meus pais, Eliete e Valdecir, por sempre me apoiarem e possibilitarem a realização de meus sonhos.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À todos vocês, o meu muito obrigado!

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses de biofertilizante orgânico à base de esterco de suíno associado à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio sobre a nodulação de plantas de feijoeiro e produtividade da cultura. Foram conduzidos dois ensaios experimentais, sendo um em vasos com solo, sob condições de casa de vegetação, na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, e um ensaio no Campo Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, na unidade de Glória de Dourados, MS, num solo classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa. Além dos tratamentos controle (sem nitrogênio e sem inoculação e com nitrogênio e sem inoculação), foram avaliadas as seguintes doses de biofertilizante de suíno: 60, 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹ e para o ensaio em casa de vegetação as doses: 0, 132, 198, 396 e 792 mL vaso⁻¹, com e sem inoculação com *Rhizobium tropici* (= SEMIA 4077). O carbono biomassa microbiana do solo (C-BMS) foi avaliado pelo método de fumigação-extração e a atividade microbiana pelo método de respirometria. As doses de biofertilizante de dejetos líquidos de suíno influenciaram positivamente na nodulação (número de nódulos) do ensaio conduzido em casa de vegetação. No experimento a campo, houve um incremento na matéria seca da parte aérea para todas as doses de dejetos líquidos de suíno aplicado. As maiores doses de biofertilizante proporcionaram elevados teores de N total da parte aérea dos feijões semelhantes ao controle nitrogenado, em ambos os experimentos. Em relação à produtividade de grãos, houve um decréscimo com a aplicação da dose mais elevada de biofertilizante em relação ao controle com adubação mineral nitrogenada. Para as análises de BMS as doses 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos líquidos de suíno influenciaram positivamente os teores de carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS). Já para a respiração basal (C-CO₂) do solo, a dose de 240 m³ ha⁻¹ proporcionou aumento da atividade microbiana. Em relação aos índices derivados do C-BMS, os teores de quociente metabólico (qCO_2) e o quociente microbiano ($qMIC$) e também para matéria orgânica (MO) do solo, não foi observado efeito sob a aplicação de biofertilizante e a utilização de inoculante microbiano.

Palavras-chave: Composto Orgânico, fixação biológica de nitrogênio, qualidade do solo.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the effect of different doses of organic manure based biofertilizer from swine associated with inoculation with nitrogen-fixing bacteria on nodulation of bean plants and crop productivity. Two experimental trials were conducted, one in pots with soil under greenhouse conditions, Embrapa Agropecuária Oeste, in Golden, MS, and an essay in the Experimental Field of the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, in the glory of Golden, MS, a soil classified as Red Argisols, Sandy texture. In addition to the control treatments (without nitrogen and without inoculation and nitrogen and without inoculation), were evaluated the following doses of pig biofertilizer: 60, 120, 180 and 240 m³ ha⁻¹ and for the greenhouse test doses: 0, 132, 198, 396 and 792 mL⁻¹, with and without inoculation with *Rhizobium tropici* (= SEMIA 4077). The soil microbial biomass carbon (C-BMS) was evaluated by fumigation-extraction method and microbial activity by respirometry method. The doses of biofertilizer of liquid pig waste influenced positively on nodulation (nodules) of the test conducted in the greenhouse. In the experiment the field, there was an increase in aboveground dry matter for all doses of liquid pig waste applied. The highest doses of biofertilizer high levels of total N were provided from the shoot of the beans similar to the nitrogen control in both experiments. In relation to the productivity of grain, there was a decrease with the implementation of the highest dose of biofertilizer in relation to mineral nitrogen fertilization control. For the analyses of BMS 120 doses, 180 and 240 m³ ha⁻¹ bio-fertilizer of liquid pig waste influenced positively the levels of soil microbial biomass carbon (C-BMS). The basal respiration (CO₂-C) soil, the dose of 240 m³ ha⁻¹ resulted in increased microbial activity. In relation to indices derived from C-BMS, the levels of metabolic quotient (qCO₂) and the microbial quotient (qMIC) and organic matter (MO) soil, no effect was observed under the application of biofertilizer and use of microbial inoculant.

Keywords: organic compound, biological nitrogen fixation, soil quality.

Sumário

Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
CAPÍTULO 1: Revisão bibliográfica.....	6
1.1 A cultura do feijoeiro	6
1.2 Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro	7
1.3 Biofertilizante e suas aplicações.....	8
2. Objetivos.....	10
2.1 Geral.....	10
2.2 Específicos.....	10
3. Referências bibliográficas.....	10
CAPÍTULO 2: Nodulação e produção de feijoeiro sob diferentes doses de biofertilizante à base de dejetos de suíno.....	15
1. Introdução.....	16
2. Material e métodos	18
2.1. Ensaio conduzido em casa de vegetação	19
2.2. Ensaio conduzido a campo.....	20
3. Resultados e discussão	22
3.1. Ensaio conduzido em casa de vegetação.....	22
3.2. Ensaio conduzido a campo.....	25
4. Conclusões.....	32
5. Referências bibliográficas.....	32
CAPÍTULO 3: Indicadores microbiológicos de qualidade do solo na cultura do feijoeiro sob aplicação de diferentes doses de biofertilizante líquido de suíno.....	39
1. Introdução.....	41
2. Material e métodos	42
3. Resultados e discussão	45
4. Conclusão	50
5. Referências bibliográficas	50
Anexos.....	55

CAPÍTULO 1

1. Revisão bibliográfica

1.1 A cultura do feijoeiro

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie leguminosa mais plantada do gênero *Phaseolus* e está entre as espécies vegetais de maior importância agrônômica mundial (POSSE et al., 2010). É um dos alimentos básicos da população brasileira e de grande parte da América Latina, além de apresentar uma grande importância, devido ao fato de ser uma fonte acessível de proteínas, com elevado valor energético (CONAB, 2013).

O Brasil destaca-se como o maior produtor e consumidor de feijão-comum, sendo que, em 2014, a primeira safra nacional produziu 1,252 milhões de toneladas em 1,163 milhões de hectares (858 kg ha⁻¹); a segunda safra produziu 1,309 milhões de toneladas em 1,491 milhões de hectares (878 kg ha⁻¹); e a terceira safra produziu 0,882 milhões de toneladas em 0,678 milhões de hectares (1.300 kg ha⁻¹). A Região Centro-Oeste possui cerca de 22,055 mil hectares cultivados com esta cultura, totalizando 81,636 mil toneladas de grãos de feijão (CONAB, 2015).

Pode ser cultivado no Brasil o ano todo, nos mais variados arranjos de plantas, em três safras: "das águas" e "da seca" em todos os estados brasileiros, e "de inverno", nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Oeste da Bahia, o que garante uma oferta constante do produto para o consumo interno (PELOSO et al., 2008).

Entre os diversos tipos de grãos de feijoeiro-comum, merecem destaque os grãos do tipo carioca, que são os preferidos pela maioria dos consumidores, representando 70% do mercado consumidor brasileiro, e os grãos do tipo preto que são o segundo tipo mais consumido no Brasil (DEL PELOSO; MELO, 2005). O gênero *Phaseolus* contém mais de uma centena de espécies, mas apenas *P. vulgaris* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* Gray var. *latifolius* freeman e *P. lunatus* var. *lunatus* são cultivados comercialmente (ZIMMERMANN; TEIXEIRA, 1988).

O cultivo de feijoeiro envolve aproximadamente dois milhões de produtores dispersos no país, com 64 % da produção envolvendo a agricultura familiar, em estratos

de áreas inferiores a 5 hectares (STONE et al., 2013), fazendo com que seja uma cultura de grande importância econômica e social. Apesar da sua importância, a cultura apresenta baixa produtividade, decorrente de vários fatores, como a ausência de calagem e rotação de cultura, adubação (especialmente a nitrogenada) e tratamentos fitossanitários inadequados, baixa utilização de sementes saudáveis, ocorrência de déficits hídricos ou excesso de chuvas em períodos importantes para a cultura, e principalmente pela incidência de pragas e doenças que podem atingir a lavoura durante todo o ciclo da cultura (DAROLT, 2000).

Neste contexto, a fixação biológica de nitrogênio (FBN), torna-se uma alternativa de grande importância para o incremento no rendimento de grãos da cultura do feijoeiro, sem onerar o custo de produção.

1.2 Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro

As leguminosas, em especial, requerem uma grande quantidade de N, principalmente as anuais, produtoras de grãos, em função do ciclo curto de cultivo e dos altos teores deste elemento retirados pelos grãos em seu período de maturação (OLIVEIRA et al., 1996). Assim, o nitrogênio é um dos principais nutrientes exigidos pela cultura do feijão e pode ser fornecido principalmente pelo solo, por meio da decomposição da matéria orgânica, aplicação de adubos nitrogenados e via fixação biológica de N₂ (FBN) atmosférico, pela associação do feijoeiro com bactérias do grupo dos rizóbios (MERCANTE et al., 1999).

A FBN representa uma alternativa viável capaz de fornecer níveis satisfatórios de N para os sistemas de cultivo, sendo considerado um processo biológico extremamente importante (EMBRAPA, 2012; FERREIRA et al., 2013), que ocorre no interior dos nódulos, onde bactérias dos gêneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, entre outros, convertem o N₂ atmosférico em NH₃, sendo assimilado o N orgânico para a utilização por plantas da família das leguminosas, principalmente (FERREIRA et al., 2013).

A associação feijoeiro - rizóbio é complexa, devido a fatores bióticos e abióticos que interferem no desempenho das estirpes inoculadas. Entretanto, resultados indicam que é possível que a cultura seja beneficiada em condições de campo, pelo processo de FBN, podendo alcançar altos níveis de produtividade (HUNGRIA et al., 1997;

BELLAVER; FAGUNDES, 2009; PELEGRIN, et al., 2009), atingindo rendimentos acima de 2.500 kg ha⁻¹ (HUNGRIA; VARGAS, 2000).

Vários fatores podem afetar a associação simbiótica rizóbio-feijoeiro, como a acidez do solo, concentrações elevadas de Al tóxico e temperaturas elevadas (MARTÍNEZ-ROMERO et al., 1991; MERCANTE, 1993). Entre outros fatores, a presença de uma grande diversidade e competitividade de rizóbios nativos presentes no solo constitui uma verdadeira barreira no estabelecimento da inoculação, uma vez que competem pela ocupação dos sítios de infecção nas raízes das plantas hospedeiras (FRANCO; NEVES, 1992).

A FBN apresenta diversos benefícios em nível econômico e ecológico, por permitir a substituição total ou parcial de fertilizante nitrogenado, que, por sua vez, apresentam elevado custo ao produtor e podem promover impactos ambientais (PAVAN; MOREIRA FILHO, 2006). Moreira (1994) afirma que as espécies vegetais que formam a simbiose com bactérias fixadoras de N₂ podem dispensar total ou parcialmente a adubação nitrogenada e também contribuir para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas com relação ao N.

Portanto, mesmo que a inoculação não seja suficiente para suprir todo o nitrogênio requerido pela planta, à eliminação ou redução do fertilizante nitrogenado na semeadura já representa uma grande economia ao produtor (EMBRAPA, 2012), visto que a demanda para a diminuição da dependência de fertilizantes nitrogenados e a necessidade de desenvolvimento da agricultura sustentável é requerida por pesquisadores e produtores (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

1.3 Biofertilizante e suas aplicações

O Brasil ocupa o quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial de carne suína, contribuindo com 10 % do mercado global (MAPA, 2015). O rebanho suinícola de Mato Grosso do Sul responde por 3,5 % do rebanho nacional e está em plena expansão com taxa de crescimento da ordem de 8 % ao ano, ou seja, o dobro da média nacional (IBGE, 2013). Como consequência, porém, a criação intensiva de suínos aumenta drasticamente o volume de dejetos líquidos, podendo, se mal manejados, superar a capacidade de suporte do ambiente (ROMEIRO et al., 2010).

O dejetos líquido de suíno contém teores elevados de matéria orgânica e nutrientes, principalmente N e P (AITA et al., 2007), e quando manejados adequadamente, podem suprir parcial ou totalmente a necessidade das culturas, como uma importante fonte de fertilização do solo. Além disso, seu uso contribui para a adição de matéria orgânica ao solo, melhorando o desenvolvimento da flora microbiana (SCHERER et al., 2007; QUADRO et al., 2011). A aplicação de dejetos de suínos no solo é capaz de manter os níveis de produtividade das culturas agrícolas semelhantes aos solos com adubação química (NPK), indicando que a sua utilização como biofertilizante pode ser uma alternativa viável ao destino dos dejetos de suínos (SEIDEL et al., 2010).

O biofertilizante é o resíduo do biodigestor, obtido da fermentação de materiais orgânicos de forma aeróbica e anaeróbica, sendo importante fonte de macro e micronutrientes, podendo também funcionar como defensivo natural quando regularmente aplicada via foliar (COSTA, 2001; DAROLT, 2002). Outra vantagem do uso do biofertilizante é que ele pode ser produzido pelo próprio agricultor, utilizando uma grande variedade de matéria-prima, incluindo resíduos de processamento agrícola, o que gera economia de insumos importados e melhora o saneamento ambiental (MEDEIROS et al., 2008; OGBO, 2010).

Estudos têm evidenciado a viabilidade do uso de biofertilizantes em sistemas de produção orgânica e aumento de produtividade em feijão caupi (CAVALCANTE et al., 2009, MELO et al., 2009, PEREIRA et al., 2013), feijão de vagem (ALVES et al., 2000) e feijoeiro comum (GALBIATTI et al., 2011). Experimentos conduzidos por Carvalho e Wanderley (2007), no Distrito Federal, mostraram que o feijão orgânico tem produtividade comparável à do feijão cultivado sob sistema convencional.

Contudo, deve-se considerar que os resíduos gerados a partir da produção de dejetos de suíno possuem alto potencial poluente e necessitam de uma destinação capaz de evitar os impactos ambientais (SEGANFREDO, 1999; SOUZA et al., 2009). Assim, a utilização de composto orgânico produzido destes resíduos permitiria resolver um sério problema ambiental a custos reduzidos, ao mesmo tempo em que se cria uma alternativa para produtores de base familiar. Considerando a carência de informações relacionada aos efeitos da aplicação de biofertilizantes produzidos a partir de esterco de suínos nas condições ecorregionais de Mato Grosso do Sul, torna-se fundamental avaliar as perspectivas de sustentabilidade dos sistemas que utilizam o dejetos de suíno como biofertilizante (SEGANFREDO, 1999).

2. Objetivos

2.1 Geral:

Avaliar o efeito do biofertilizante orgânico à base de esterco de suíno associado à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio sobre a nodulação das plantas de feijoeiro, produtividade da cultura e qualidade do solo.

2.2 Específicos:

- Avaliar a nodulação e eficiência simbiótica de rizóbios na cultura do feijoeiro, sob diferentes doses de resíduos à base de esterco de suínos.
- Avaliar a influência da inoculação com estirpes selecionadas de rizobios, na presença e ausência de dejetos de suínos, sobre a produtividade da cultura do feijoeiro e outros componentes de produção.
- Avaliar o carbono da biomassa microbiana do solo, sua atividade e índices derivados (quocientes metabólicos e microbianos), após a aplicação de diferentes doses de esterco de suíno.

3. Referências bibliográficas

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p. 95-102, 2007.

ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; ARAÚJO, E.; SILVA, J. A. L.; GONÇALVES, E. P.; COSTA, C. C. Produção de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 215-221, 2000.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 66-67, 2007.

BARROS, L. E. O.; LIBERALINO FILHO, J. Composto orgânico sólido e em suspensão na cultura do feijão-mungo-verde (*Vigna radiata*, *wilkezeck*). **Revista Verde**, v. 3, n. 1, p. 114-122, 2008.

BELLAVER, A.; FAGUNDES, R. S. Inoculação com *Rhizobium tropici* e uso do nitrogênio na base e por cobertura na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 4, p. 1-10, 2009.

- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A Cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 600 p.
- BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus* spp.) - model food legumes. **Plant and Soil**. v. 252, n. 1, p. 55-128, 2003.
- CARVALHO, W. P.; WANDERLEY, A. L. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no Distrito Federal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 605-611, 2007.
- CAVALCANTE, S. N.; DUTRA, K. O. G.; MEDEIROS, R.; LIMA, S. V.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; MESQUITA, E. F. Comportamento da produção do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) em função de diferentes dosagens e concentrações de biofertilizante. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n. 1, p. 10-14, 2009.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/2014: 3º levantamento, dezembro de 2013**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_10_16_06_56_boletim_portugues_dezembro_2013.pdf> Acesso em: 20 dez. 2013.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 2 - Safra 2014/15 n. 10 - Décimo levantamento julho/2015, monitoramento agrícola cultivos de verão, 2ª safra e de inverno – Safra 2014/15**. Brasília, p. 1-109, julho 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_g_raos_julho_2015.pdf> Acesso em 10 agos. 2015.
- COSTA, M. M. B. **Aporte da agroecologia ao processo de sustentabilidade agrícola**. Curitiba: UFPR, 2001. 54p.
- DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura da região metropolitana de Curitiba**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 310 p.
- DAROLT, M. R. Agricultura orgânica: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002, 250p. In: FERREIRA, M. E; DECHEN, A. R. HAAG, H. P CARMELLO, Q. A. C. **Mecanismos de absorção e de translocação de micro nutrientes**. 250p. 2002.
- DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 131p.
- DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos**. Porto Alegre: Emater, 2002.
- EMBRAPA. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região sul de Minas Gerais - introdução e importância econômica**. 2012. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/>>. Acesso em: 20 set. 2014.
- FERREIRA, E. P. B.; MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M. MENDES, I. C.; ARAÚJO, J. L. S.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; ARAÚJO, A. P. Contribuições para a melhoria

da eficiência da fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro comum no Brasil. **Tópicos em ciência do solo**, v. 8, p. 251-291, 2013.

FRANCO, A. A.; NEVES, M. C. P. Fatores limitante à fixação biológica de nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992. p. 219-230.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. **Biology and Fertility of Soils**, v. 39, p. 88-93, 2003.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors impacting N₂ fixation in legumes grown in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**. v. 65, n. 2, p. 151-164, 2000.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; ARAUJO, R.S. Fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.) **Biologia dos solos dos cerrados**. Brasília: Embrapa Cerrado, p. 187-258. 1997.

IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Censo agropecuária**. 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>> Acesso em: 01/05/2013.

MARTÍNEZ-ROMERO, E.; SEGOVIA, E.; MERCANTE, F. M.; FRANCO, A. A.; GRAHAM, P.H.; PARDO, M.A. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena* sp. trees. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 41, n. 3, p. 417-426, 1991.

MEDEIROS, D. C.; FREITAS, K. C. S.; VERAS, F. S.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; NUNES, G. H. S.; FERREIRA, H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 186-189, 2008.

MELO, R. F.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1264-1267, 2009.

MERCANTE, F. M. **Uso de *Leucaena leucocephala* na obtenção de *Rhizobium* tolerante a temperatura elevada para inoculação do feijoeiro**. 1993. 149p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1993.

MERCANTE, F. M.; TEIXEIRA, M. G.; ABOUD, A. C. S.; FRANCO, A. A. Avanços biotecnológicos na cultura do feijoeiro sob condições simbióticas. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 21, n. 1-2, p. 127-146, 1999.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Suínos**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>> Acesso: 15 jul. 2015.

MOREIRA, F. M. S. Fixação Biológica do nitrogênio em espécies arbóreas. In: ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. eds. **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. p.121-149.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. UFLA. 2006. 729p.

OGBO, F. C. Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 11, p. 4120-4124, 2010.

OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 169-221.

OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA, M. F. C.; DAL'ACQUA, F. M.; PACHECO FILHO, O. **Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1986. 24 p. (Circular Técnica, 21).

PAVAN, C.; MOREIRA FILHO, C. A. **Bactérias fixadoras de nitrogênio na agronomia e na biodiversidade**. 2006. Disponível em: http://www.bioteecnologia.com.br/revista/bio04/4hp_11.asp. Acesso em: 10 set. 2015.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO I. M. N.; OTSUBO A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 219-226, 2009.

PELOSO, M. J.; WANDER, A. E.; STONE, L. F. Feijão comum: impulsionando a produção e a produtividade de grãos na agricultura brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.219-233.

PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B.; OLIVEIRA, A. E. Z.; KOMURO, L. K.; LILIAN SOUZA, C. D. Aplicação de fertilizante orgânico em feijoeiro irrigado no período de inverno. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 2011, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. 1 CD-ROM.

PEREIRA, R. F.; LIMA, A. S.; MAIA FILHO, F. C. F.; CAVALCANTE, S. N.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R. Produção de feijão vigna sob adubação orgânica em ambiente semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 27-32, 2013.

PINTO, F. G. S.; HUNGRIA, M.; MERCANTE, F. M. Polyphasic characterization of Brazilian *Rhizobium tropici* strains effective in fixing N₂ with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Soil Biology and Biochemistry**, v. 39, n. 8, p. 1851-1864, 2007.

POSSE, S. C. P.; SOUZA, E. M. R.; SILVA, G. M.; FASOLO, L. M.; ROCHA, M. A. M. **Informações técnicas para o cultivo de feijoeiro-comum na região centralbrasileira: 2009-2011**. 245p. 2010.

QUADRO, M. S.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; VIVIAN, G. Biomassa e atividade microbiana em solo acrescido de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Agrobiologia**, v. 17, n. 1-4, p. 85-93, 2011.

ROMEIRO, R. R.; MAIA, A. G.; JUSTO, M. C. Uma proposta de gestão econômico ecológica à agroindústria suinícola do oeste catarinense. **Política Agrícola**, v. 20, n. 3, p. 108-119, 2010.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.

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

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

SEIDEL, E. P.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; VANIN, J. P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKE, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Technology**. v. 32, n. 2, p. 113-117, 2010.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVER, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.

SOUZA, C. F.; CARVALHO, C. C. S.; CAMPOS, J. A.; MATOS, A. T.; FERREIRA, W. P. M. Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação. **Ceres**, v. 56, n. 2, p. 128-133, 2009.

STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; HEINEMANN, A. B.; OLIVEIRA, J. P. Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n.1, p. 19-25, 2013.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, v. 2, p. 195-276, 2002.

VISER, S.; PARKINSON, D. Soil biological criteria as indicator of soil quality: Soil microorganisms. **American Journal of Agriculture Alternative**, v. 7, p. 33-37, 1992.

ZIMMERMANN, M. J. O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. p. 79-85.

CAPÍTULO 2

Nodulação e produção de feijoeiro sob diferentes doses de biofertilizante à base de dejetos de suíno

Resumo: o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses de biofertilizante orgânico à base de esterco de suíno associado à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio sobre a nodulação de plantas de feijoeiro e produtividade da cultura. Foram conduzidos dois ensaios experimentais, sendo um em vasos com solo, sob condições de casa de vegetação, na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, e um ensaio no Campo Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, na unidade de Glória de Dourados, MS, num solo classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa. Além dos tratamentos controle (sem nitrogênio e sem inoculação e com nitrogênio e sem inoculação), foram avaliadas as seguintes doses de biofertilizante de suíno: 60, 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹ e para o ensaio em casa de vegetação as doses: 0, 132, 198, 396 e 792 mL vaso⁻¹, com e sem inoculação com *Rhizobium tropici* (= SEMIA 4077). As doses de biofertilizante de dejetos líquidos de suíno influenciaram positivamente na nodulação (número de nódulos) do ensaio conduzido em casa de vegetação. No experimento a campo, houve um incremento na matéria seca da parte aérea para todas as doses de dejetos líquidos de suíno aplicado. As maiores doses de biofertilizante proporcionaram elevados teores de N total da parte aérea dos feijoeiros semelhantes ao controle nitrogenado, em ambos os experimentos. Em relação à produtividade de grãos, houve um decréscimo com a aplicação da dose mais elevada de biofertilizante em relação ao controle com adubação mineral nitrogenada.

Palavras-chave: *Rhizobium tropici*, *Phaseolus vulgaris* L., nitrogênio.

32 **Nodulation of bean under different doses of liquid biofertilizer from swine**

33 **Abstract** - The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of
34 biofertilizer based on pig manure associated with the inoculation with nitrogen-fixing
35 bacteria on the nodulation of bean plants. Two tests were conducted, being one under
36 conditions of greenhouse, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, and another
37 essay in the Experimental field of the State University of Mato Grosso do Sul, in the
38 unit of Glória de Dourados, MS. In addition to the treatments Control (without nitrogen
39 and without inoculation and with nitrogen and without inoculation), the following doses
40 of pig biofertilizer were evaluated: 60, 120, 180 and 240 m³ ha⁻¹ and for the test of
41 greenhouse the doses: 0, 132, 198, 396 and 792 ML vase⁻¹, with and without
42 inoculation with *Rhizobium tropici* (= SEMIA 4077). The doses of biofertilizer of liquid
43 pig waste positively influenced the nodulation of the test conducted at greenhouse. In
44 the field experiment, there was an increase in the dry matter of the aerial part for all
45 doses of liquid pig waste applied. The largest doses of biofertilizer provided high levels
46 of total N of the aerial part of the feijoeiros like the nitrogen control in both experiments.

47 **Keywords:** *Rhizobium tropici*, *Phaseolus vulgaris* L., nitrogen.

48

49

1. Introdução

50 O Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*
51 L.) do mundo, apesar das peculiaridades que envolvem o cultivo da cultura como as
52 dificuldades de manejo e problemas sanitários, aliado aos preços recebidos pelos
53 produtores, são fatores que desestimulam o aumento de área semeada no país, que
54 diminuiu 8,8% na primeira safra (CONAB, 2017). Apesar da sua importância, a
55 cultura apresenta baixa produtividade, decorrente de problemas associados a doenças
56 de difícil controle, alto custo dos pesticidas e precária situação financeira do pequeno
57 produtor (agricultura familiar) (GALBIATTI et al., 2011).

58 Entre os aspectos que devem ser melhorados na cultura, o manejo da adubação
59 das plantas merece destaque (MELÉM JÚNIOR et al., 2011), que é extremamente
60 exigente em nutrientes, principalmente no estágio de florescimento, seja devido ao
61 pequeno e pouco profundo sistema radicular ou devido ao ciclo curto (SOUZA et al.,

62 2011). Entre os mais importantes está o nitrogênio (N), que é exigido em maior
63 quantidade pela cultura. Mesmo que o feijoeiro seja capaz de fixar o N atmosférico,
64 a quantidade desse nutriente resultante desse processo natural, normalmente, é
65 insuficiente para atender às exigências nutricionais da cultura (KANEKO et al.,
66 2010).

67 Uma alternativa viável para evitar o uso de fertilizantes industrializados na
68 nutrição da cultura é a utilização de adubos orgânicos, ricos em nutrientes, além de
69 menor custo ao produtor rural. Entre os compostos orgânicos que são produzidos em
70 grandes quantidades e que necessitam de uma destinação adequada, por questões
71 ambientais, se destaca o dejetos líquido de suíno (DLS) (ARRUDA et al., 2010;
72 GIROTTO et al., 2013).

73 A aplicação destes resíduos representa uma adição significativa de carbono ao
74 solo, podendo causar mudanças na matéria orgânica, influenciando de forma positiva
75 nos atributos da estrutura e organismos do solo (LOURENZI et al., 2011). Além do
76 incremento dos teores de nutrientes como P, K, Ca e Mg ao solo, proporcionando em
77 consequência maiores produções de matéria seca e rendimento das culturas
78 (LOURENZI et a., 2014). Sartor et al. (2012) avaliou a aplicação de DLS e seus
79 efeitos na produtividade das culturas de milho, feijão, soja e trigo, e verificou aumento
80 significativo no rendimento de grãos. Assim pode-se de concluir que a utilização de
81 forma adequada de dejetos líquidos de suínos pode proporcionar melhorias químicas,
82 físicas e biológicas no solo, além de servir como alternativa para o uso dos efluentes
83 gerados (ROS et al., 2017).

84 Outra alternativa para minimizar o uso de fertilizantes industriais é por meio da
85 fixação biológica de nitrogênio (FBN), com a inoculação de bactérias diazotróficas,
86 capazes de fixar o N₂ atmosférico e fornecê-lo à planta. A associação feijoeiro -
87 rizóbio é complexa, devido a fatores bióticos e abióticos que interferem no
88 desempenho das estirpes inoculadas (HUNGRIA et al., 2003). Esta associação
89 simbiótica nas raízes com a bactéria *Rhizobium*, seja de forma natural ou via
90 inoculação, provoca a formação de nódulos onde ocorre a fixação do N₂ para a planta
91 hospedeira (OLIVEIRA et al., 2017).

92 O fato de o feijoeiro ser capaz de formar nódulos promovidos por estirpes de
93 *Rhizobium* (RUFINI et al., 2011) pode interferir na eficiência da FBN, pela possível
94 competição com populações de rizóbios nativos, reduzindo a resposta da inoculação.
95 Brito et al. (2015) avaliou a eficiência da FBN em áreas anteriormente cultivadas com
96 feijão e outra sem o cultivo, para comparar a possível competição com rizóbios
97 nativos proveniente de cultivos anteriores, observaram que somente houve aumento
98 na produtividade na área sem cultivo prévio de feijão. Então uma alternativa para
99 aumentar a eficiência da FBN em feijoeiro seria a inoculação com estirpes de rizóbios
100 mais competitivas e adaptadas a cada região cultivada (COSTA et al., 2014; BRITO
101 et al., 2015).

102 Portanto o uso da adubação orgânica à base de biofertilizantes associado à
103 inoculação das sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio pode ser uma
104 alternativa promissora capaz de reduzir a aplicação de fertilizantes nitrogenados no
105 solo (MEDEIROS; LOPES, 2006; FOGEL et al., 2013). Dentro desse enfoque,
106 objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito das doses do biofertilizante à base
107 de dejetos de suíno associado à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio sobre
108 a nodulação das plantas de feijoeiro.

109

110

2. Material e métodos

111

112 Foram conduzidos dois ensaios, sendo um sob condições controladas de casa de
113 vegetação, e um a campo. Em ambos os ensaios, utilizaram-se sementes de feijoeiro
114 (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Pérola, pertencente ao grupo comercial Carioca, com
115 ciclo de 90 a 100 dias, de porte semi-prostrado. Foi utilizado inoculante turfoso contendo
116 a estirpe CIAT 899 (= SEMIA 4077) de *Rhizobium tropici*, recomendada comercialmente
117 no Brasil. O inoculante utilizado apresentava concentração de 6×10^9 células g^{-1} de
118 inoculante turfoso, sendo aplicado na dose de 1 kg 50 kg^{-1} de sementes, utilizando como
119 adesivo, solução açucarada, a 10%.

120 O biofertilizante (efluente) utilizado nos dois ensaios foi coletado na lagoa de
121 estabilização de uma granja de criação de crescimento e terminação, com as seguintes
122 características químicas: pH (CaCl_2) = 7,92; N= 0,76 $g \text{ L}^{-1}$; P= 62,52 $mg \text{ dm}^{-3}$; K = 0,79

123 g L⁻¹; Ca = 55,70 mg dm⁻³; Mg = 10,70 mg dm⁻³ e os micronutrientes Fe = 2,11 mg dm⁻³;
124 Cu = 0,38 mg dm⁻³ e; Mn = 0,27 mg dm⁻³ e; e Zn = mg dm⁻³.

125

126 **2.1. Ensaio conduzido em casa de vegetação**

127

128 O experimento foi conduzido sob condições controladas de casa de vegetação, na
129 Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS (22°13'S e 54°48'W, 430 m de altitude), em
130 vasos com solo (não esterilizado). A análise química do solo mostrou os seguintes
131 valores: pH (CaCl₂) = 5,3; M.O. = 41,50 g kg⁻¹; P-mehlich = 5,6 mg dm⁻³; K = 0,33 cmol_c
132 dm⁻³; Ca = 8,1 cmol_c dm⁻³; Mg = 2,7 cmol_c dm⁻³; H+Al = 5,8 cmol_c dm⁻³; CTC = 16,9
133 cmol_c dm⁻³ e os micronutrientes Fe = 26,8 mg dm⁻³; Cu = 14,7 mg dm⁻³; Mn = 75,5 mg
134 dm⁻³; e Zn = 2,2 mg dm⁻³.

135 Foram semeadas quatro sementes de feijoeiro, por vaso de solo (capacidade de
136 armazenamento de 4 L). Aos 15 dias após a emergência das plantas foi realizado o
137 desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

138 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema
139 fatorial 6x2, com cinco repetições. Os tratamentos estudados corresponderam a dois
140 níveis de inoculação (ausência e presença) e cinco doses de biofertilizantes (0, 132, 198,
141 396 e 792 mL vaso⁻¹), proporcionais as doses de campo (0, 60, 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹) e
142 uma testemunha com adubação nitrogenada (NH₄NO₃), onde foi aplicado 20 mg planta⁻¹
143 de N, semanalmente.

144 Durante o período de crescimento (45 dias), as plantas foram supridas com
145 solução nutritiva sem nitrogênio (NORRIS; T`MANNETJE, 1964). A avaliação da
146 nodulação e eficiência simbiótica foi realizada aos 45 dias após a emergência das plantas
147 (DAE), separando-se a parte aérea do sistema radicular. Os parâmetros avaliados foram:
148 número de nódulos, massa dos nódulos secos, massa da parte aérea seca e teor de
149 nitrogênio total da parte aérea. Na determinação do nitrogênio total da parte aérea, cada
150 amostra passou pela moagem no moinho tipo Willey, sendo acondicionadas em sacos
151 plásticos, seguidos da digestão sulfúrica para a obtenção do extrato, visando a
152 determinação de nitrogênio total método de Kjeldahl (semi-micro), segundo Malavolta et
153 al. (1997).

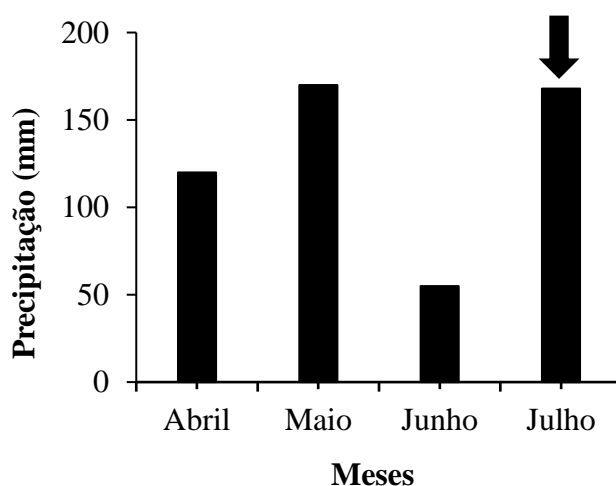
154

155 2.2. Ensaio conduzido a campo

156

157 O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de
158 Mato Grosso do Sul, Glória de Dourados, MS (22°22'S e 54°30'W, 400 m de altitude),
159 num solo classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa. A análise química
160 do solo mostrou os seguintes valores: pH (CaCl₂) = 6,3; M.O. = 10,24 g kg⁻¹; P-mehlich
161 = 4,1 mg dm⁻³; K = 0,13 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,3 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,5 cmol_c dm⁻³; H + Al
162 = 1,5 cmol_c dm⁻³; CTC = 3,4 cmol_c dm⁻³ e os micronutrientes Fe = 13,9 mg dm⁻³; Cu =
163 0,5 mg dm⁻³; Mn = 21,1 mg dm⁻³; e Zn = 0,8 mg dm⁻³. O clima de ocorrência, segundo a
164 classificação de Köppen, é do tipo Aw, com estação quente e chuvosa no verão e
165 moderadamente seca no inverno. Os dados de precipitação pluviométrica mensal (mm), durante
166 o período de estudo, encontram-se na Figura 1.

167



168

169

170 **Figura 1.** Dados de precipitação pluviométrica (mm) ocorrida durante os meses de
171 condução do experimento. Fonte: AGRAER, Escritório de Glória de Dourados, MS,
172 2014. A seta indica a época de avaliação da produtividade do feijoeiro.

173

174 Antes do início de implantação do ensaio, a área experimental estava sendo
175 utilizada com um sistema diversificado de produção orgânica, com cultivo de feijoeiro
176 em sucessão a adubos verdes no verão, e milho durante o inverno.

177 Cada parcela experimental foi constituída por seis linhas com quatro metros de
178 comprimento, espaçadas com 0,50 m, ajustando-se à população final para 12 plantas m⁻²
179 ¹. A parcela útil foi constituída de quatro linhas centrais, descartando 0,50 m de cada

180 extremidade. A semeadura do feijoeiro, cultivar Pérola, foi realizada sob plantio direto
181 em sucessão ao milho, manualmente, no dia 07/04/2014.

182 A adubação nitrogenada nas parcelas correspondentes ao controle
183 nitrogenado foi realizada manualmente, à lanço, totalizando 80 kg ha⁻¹, na forma de ureia,
184 sendo 50 % aplicados na semeadura e 50 % em cobertura, aos 38 DAE (dias após a
185 emergência). O controle de plantas daninhas foi feito por capina manual.

186 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema
187 fatorial 6x2, com cinco repetições. Os tratamentos estudados corresponderam a dois
188 níveis de inoculação (ausência e presença) e cinco doses de biofertilizantes (0, 60, 120,
189 180 e 240 m³ ha⁻¹), e uma testemunha com adubação nitrogenada (TN). O dejetos foi
190 aplicado manualmente, com o auxílio de regadores de 10 litros, dois dias antes da
191 semeadura do feijão.

192 No florescimento, aos 45 DAE, foram coletadas dez plantas de cada parcela, para
193 avaliação do número de nódulos (NN), matéria seca de nódulos (MSN), matéria seca da
194 parte aérea (MSPA) e teor de N total da parte aérea. O teor de N total foi quantificado
195 conforme o método de Kjeldahl (semi-micro), segundo Malavolta et al. (1997). Para a
196 determinação da matéria seca das plantas, o material foi colocado em estufa com
197 circulação forçada de ar, a 60-70 °C, até atingir massa constante.

198 No estágio de maturação das plantas, avaliou-se a produtividade e: número de
199 vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta e massa de
200 cem grãos (valores corrigidos para 13% de umidade).

201

202 **2.3. Análise estatística**

203

204 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias
205 comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; quando necessário, os valores
206 foram submetidos à transformação em raiz quadrada. Foram, também, ajustadas as
207 equações de regressão das variáveis que apresentaram significância para o efeito das
208 doses de biofertilizante na ausência e presença de inoculação. As análises estatísticas
209 foram processadas por meio de software ASSISTAT (versão 7.6 beta).

210

3. Resultados e discussão

3.1. Ensaio conduzido em casa de vegetação

Para todas as variáveis avaliadas, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) para o efeito da adubação com dejetos líquidos de suínos (Tabela 1). No que se refere ao número de nódulos (NN) do feijoeiro, verificou-se um aumento na nodulação para doses de 132, 198 e 396 mL vaso⁻¹ em relação à dose zero e à testemunha nitrogenada (TN), e foi similar a dose de 792 mL vaso⁻¹. Não foi observada diferença significativa para o efeito da nodulação.

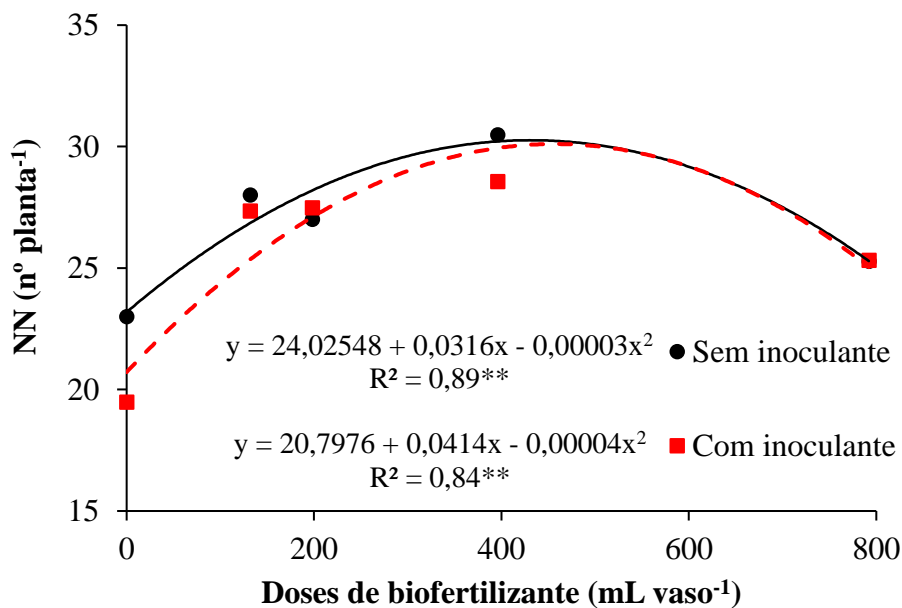
Tabela 1. Efeito da inoculação e das doses de biofertilizante de dejetos de suíno sobre o número de nódulos, matéria seca de nódulos e matéria seca da parte aérea de feijoeiro em ensaio conduzido em casa de vegetação (vasos com solo). Dourados – MS.

Tratamentos	Número de nódulos	Massa seca de nódulos	Matéria seca da parte aérea
	(nº planta ⁻¹)	(mg planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)
TN	4,55 c	0,01 b	4,29 c
0 mL vaso ⁻¹	21,52 b	0,40 ab	3,13 c
132 mL vaso ⁻¹	28,16 a	0,68 a	4,96 bc
198 mL vaso ⁻¹	27,68 a	0,76 a	5,23 bc
396 mL vaso ⁻¹	29,51 a	0,72 a	6,48 ab
792 mL vaso ⁻¹	25,29 ab	0,66 a	7,85 a
Sem inoculante	23,50 a	0,57 a	5,38 a
Com inoculante	22,07 a	0,50 a	5,27 a
C.V. (%)	13,98	66,68	30,82

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. TN: Testemunha nitrogenada. C.V.: Coeficiente de variação. Os dados apresentados na tabela referem-se às médias com inoculação e sem inoculação.

Os resultados obtidos com a nodulação ajustaram-se a uma regressão quadrática ($p < 0,01$) em função das doses de biofertilizante de dejetos de suíno na ausência e presença de inoculação (Figura 2). O máximo número de nódulos foi obtido com aplicação 415,79 e 454,43 mL vaso⁻¹ de biofertilizante, na ausência e presença de inoculante, respectivamente.

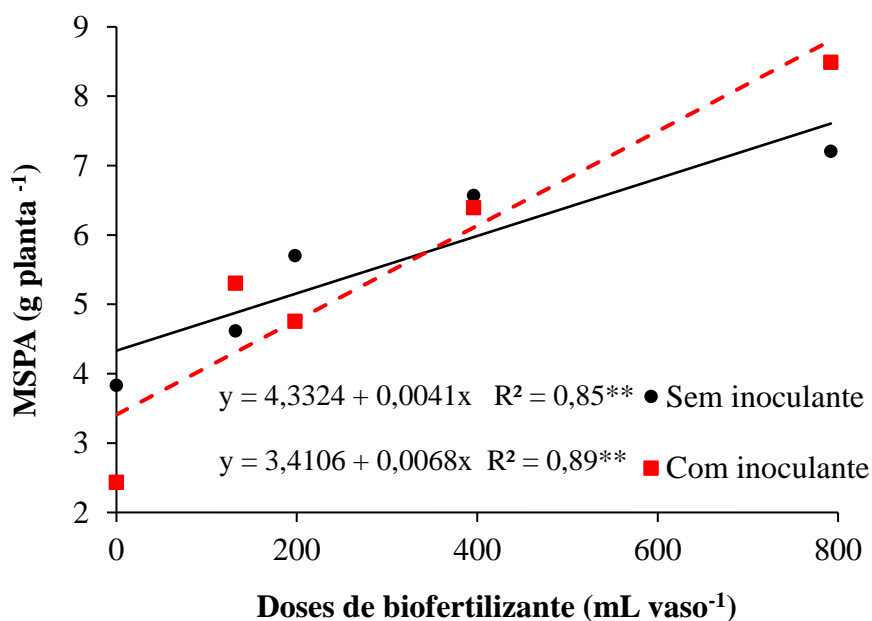
234 Estudos realizados por Benício et al. (2012), trabalhando com feijão-caupi
 235 inoculado com a estirpe BR 3267 e utilizando diferentes tipos de biofertilizante,
 236 demonstraram maior nodulação nos tratamentos que receberam biofertilizante, quando
 237 comparados à TN, que inibiu a nodulação. Alguns estudos, como o de Hungria et al.
 238 (1985), demonstraram que o N mineral pode inibir a nodulação e a fixação do N₂, tendo
 239 sido verificado ainda, que a associação simbiótica *Phaseolus vulgaris* - *Rrizobium* é
 240 muito sensível à presença do N mineral.



241
 242 **Figura 2:** Número de nódulos (NN) de feijoeiros, em resposta a diferentes doses de
 243 biofertilizantes de dejetos de suíno, na ausência e presença de inoculante rizobiano, sob
 244 condições controladas de casa de vegetação. ** significativo a 1% de probabilidade.

245
 246 Para a massa seca de nódulos (MSN) de feijoeiro, verificou-se uma tendência de
 247 efeito positivo na aplicação do biofertilizante independentemente da dose utilizada
 248 (Tabela 1). Em estudo realizado por Pelegrin et al. (2009), ao se avaliar o efeito da
 249 aplicação de doses de fertilizante nitrogenado (0, 20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹ de N) na cultura
 250 do feijoeiro, observaram-se tendência de redução na nodulação de plantas a medida em
 251 que se aumentou o suprimento de N, embora as diferenças não terem sido significativas.
 252 Vários estudos comprovam a inibição da fixação biológica de nitrogênio por doses
 253 elevadas de N aplicadas na forma mineral (NASCIMENTO et al., 2008; XAVIER et al.,
 254 2008; SILVA et al., 2009).

255 Quanto à produção de matéria seca da parte aérea das plantas (MSPA),
 256 verificou-se um incremento significativo com a dose de 792 mL vaso⁻¹ de biofertilizante
 257 de dejetos de suíno em relação às doses de 0, 132 e 198 mL vaso⁻¹, e à TN, mas não diferiu
 258 da dose de 396 mL vaso⁻¹ (Tabela 1). A inoculação de sementes não influenciou
 259 significativamente na MSPA. Neste parâmetro, verificou-se um ajuste significativo de
 260 modelo de regressão linear crescente em relação às doses de biofertilizante aplicadas nos
 261 tratamentos sem e com adição de inoculante (Figura 3). Em estudos realizados por Araújo
 262 et al. (2001), verificaram que a utilização de esterco líquido de suínos (0, 10, 20, 30 e 40
 263 t ha⁻¹) na presença e ausência de adubação mineral, favoreceu a altura de plantas e o
 264 número de folhas na cultura do feijão. Analisando o desenvolvimento do feijoeiro sob o
 265 uso de biofertilizante de origem bovina e adubação mineral, Galbiatti et al. (2011)
 266 verificaram melhorias no desenvolvimento e na produção de massa seca das plantas que
 267 receberam biofertilizante em relação às plantas que foram submetidas à adubação
 268 mineral.



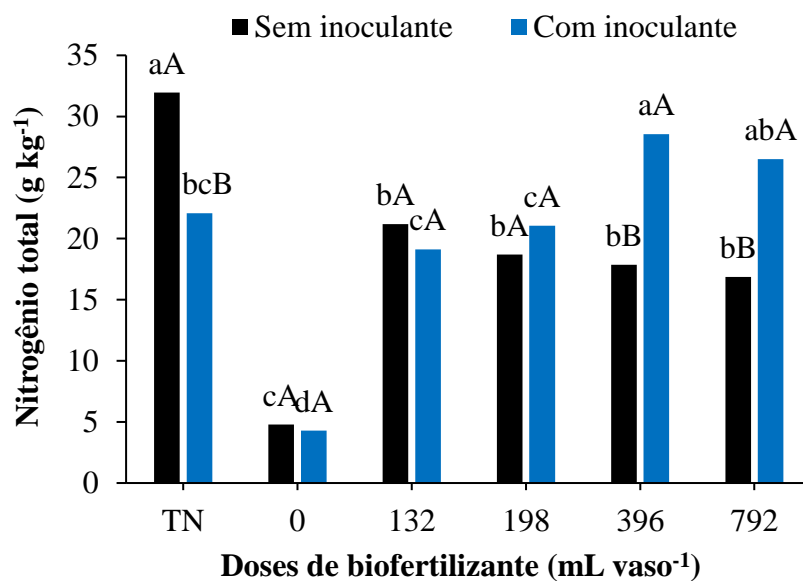
269

270 **Figura 3:** Massa seca da parte aérea (MSPA) de feijoeiros, em resposta a diferentes doses
 271 de biofertilizantes de dejetos de suíno, na ausência e presença de inoculante rizobiano, sob
 272 condições controladas de casa de vegetação. ** significativo a 1% de probabilidade.

273 Em relação ao teor de nitrogênio (N) total da parte aérea das plantas, verificou-se
 274 interação significativa ($p < 0,05$) entre as doses de biofertilizante e a inoculação (Figura
 275 4). Na presença de inoculação, observou-se um aumento significativo nos teores de N nas
 276 doses de 396 e 792 mL vaso⁻¹ de biofertilizante em relação às doses 0, 132 e 198 mL
 277 vaso⁻¹ e à TN. Por outro lado, em condições de ausência de inoculação, os maiores valores

278 foram observados na TN em relação aos demais tratamentos avaliados. O tratamento TN
279 sem inoculante foi superior ao inoculado, e as doses de 396 e 792 mL vaso⁻¹, resultaram
280 nos menores valores comparados às doses inoculadas.

281 Trabalhos realizados por Weber e Mielniczuk (2009) demonstraram que a
282 aplicação de doses de N (0 e 120 kg ha⁻¹) promoveram maior acúmulo de nutrientes na
283 parte aérea da aveia-preta. Esses autores encontraram valores que variaram entre de 91,6
284 a 146,7 kg ha⁻¹, respectivamente, com a aplicação de 60 e 180 kg ha⁻¹ de N. Resultados
285 positivos foram verificados por Assmann et al. (2007), ao estudarem doses de dejetos
286 líquido suíno (0; 20; 40 e 80 m³ ha⁻¹) sobre o acúmulo de N em pastagem composta de
287 aveia + azevém, sendo observados incrementos de 0,9 g kg⁻¹ de N para cada m³ de dejetos
288 aplicado. Já Santi et al. (2003), ao trabalharem com doses crescentes de N na cultura da
289 aveia, puderam observar um aumento linear na concentração de N na matéria seca
290 produzida pela forrageira, com valores variando de 9,3 a 16,2 g kg⁻¹.



291

292 **Figura 4:** Nitrogênio da parte aérea (N) de feijoeiros, em resposta a diferentes doses de
293 biofertilizantes de dejetos de suíno, na ausência e presença de inoculante rizobiano, sob
294 condições controladas de casa de vegetação. Médias seguidas por letras iguais minúsculas
295 para as doses de biofertilizante e maiúsculas dentro dos tratamentos com e sem
296 inoculante, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

297

298 3.2. Ensaio conduzido a campo

299 Para o número de nódulos (NN) e massa seca de nódulo (MSN) não foram
300 observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). O

301 biofertilizante apresenta um efeito positivo no desenvolvimento das plantas e das
302 bactérias diazotróficas (BUCHER; REIS, 2008), podendo contribuir para o aumento do
303 número de nódulos. Hungria e Vargas et al. (2000) observaram que o cultivo sucessivo
304 do feijoeiro comum numa mesma área favorece o aumento de populações nativas de
305 rizóbios, capazes de competir com as estirpes introduzidas por meio da inoculação. De
306 acordo com Tsai et al. (1993), embora o crescimento dos nódulos seja sensível ao excesso
307 de N, determinadas doses podem estimular tanto o crescimento da planta como um maior
308 aumento na massa de nódulos produzidos.

309 Para a matéria seca da parte aérea (MSPA), observou-se um incremento
310 significativo ($p < 0,05$) nos tratamentos avaliados. A dose de $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ apresentou
311 valores superiores em relação à dose $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e TN e similar às demais doses (Tabela 2).

312 Em estudos realizados por Ceretta et al. (2005), trabalhando com sucessão aveia-
313 preta/milho/nabo forrageiro, utilizando dejetos líquidos de suíno ($0, 20, 40$ e $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
314 demonstraram um aumento na produção de matéria seca em todas as culturas
315 conduzidas no experimento. Estes mesmos autores ressaltam a eficiência da utilização do
316 dejetos líquidos de suíno promovendo aumento da produção do milho e de matéria seca de
317 aveia-preta, em doses muito altas, de aproximadamente $85 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, deixando evidente a
318 necessidade de se levar em consideração os aspectos operacionais, econômicos e
319 ambientais. Durigon et al. (2014), avaliando diferentes doses de adubos orgânicos e
320 minerais (dejetos líquidos de suínos, cama sobreposta de suínos, dejetos líquidos de bovinos,
321 fertilizante mineral NPK e tratamento testemunha (sem aplicação de adubos), obtiveram
322 maior produção de MSPA no tratamento com dejetos líquidos de suíno em relação ao
323 tratamento NPK.

324

325

326

327

328

329 **Tabela 2.** Efeito da inoculação e das doses de biofertilizante de dejetos de suíno sobre o
 330 número de nódulos, matéria seca de nódulos e matéria seca da parte aérea de feijoeiro,
 331 em ensaio conduzido a campo. Glória de Dourados – MS.

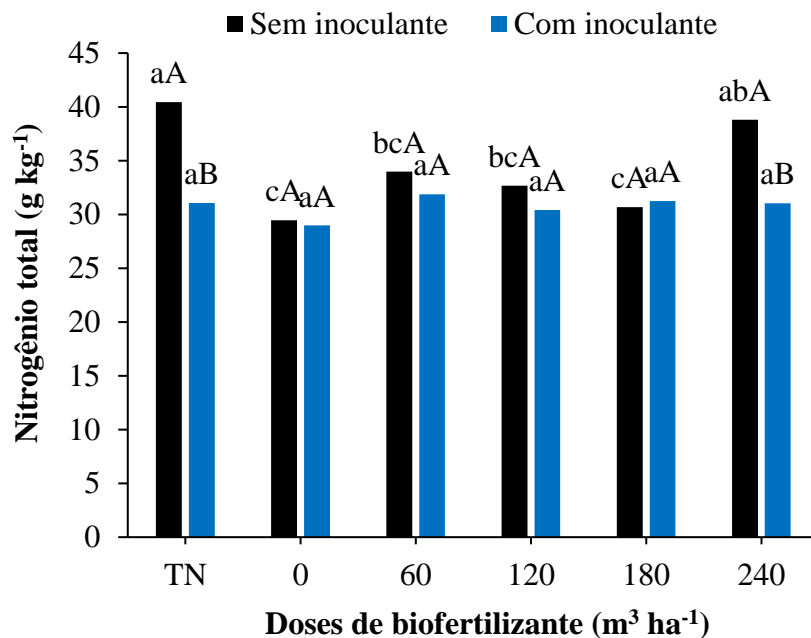
Tratamentos	Número de nódulos*	Massa seca de nódulos	Matéria seca da parte aérea
	(nº planta ⁻¹)	(mg planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)
TN	9,20 a	0,03 a	14,03 b
0 m ³ ha ⁻¹	10,85 a	0,09 a	12,40 b
60 m ³ ha ⁻¹	13,65 a	0,14 a	15,84 ab
120 m ³ ha ⁻¹	16,65 a	0,28 a	22,25 a
180 m ³ ha ⁻¹	11,85 a	0,25 a	18,94 ab
240 m ³ ha ⁻¹	16,50 a	0,19 a	16,98 ab
Sem inoculante	13,43 a	0,13 a	15,51 a
Com inoculante	12,80 a	0,19 a	17,97 a
C.V. (%)	30	129,92	31,15

332 Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.
 333 TN: Testemunha nitrogenada. C.V.: Coeficiente de variação. *Dados transformados. Os dados
 334 apresentados na tabela referem-se às médias com inoculação e sem inoculação.
 335

336 Os teores de N na parte aérea das plantas situaram-se entre 30 e 40 g kg⁻¹,
 337 podendo ser considerados valores satisfatórios para o desempenho da cultura do feijoeiro
 338 (OLIVEIRA et al., 1986). No presente estudo, verificou-se uma interação significativa
 339 (p<0,05) entre N total da parte aérea comparada às doses de biofertilizante e a aplicação
 340 de inoculante. Os maiores valores foram encontrados no tratamento correspondente à TN
 341 em relação a todos os tratamentos, exceto para a dose de 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante na
 342 ausência de inoculante. Não foi verificada diferença significativa para os tratamentos que
 343 receberam as doses de biofertilizante e a inoculação nas sementes de feijoeiro (Figura 5).

344 Estudos realizados com doses crescentes de dejetos líquidos de suínos em
 345 sistema plantio direto de milho em sucessão à aveia-preta, por Almeida et al. (2000) e
 346 Franchi (2001), demonstraram um aumento no teor de N da parte aérea do milho, sendo
 347 este proporcional às doses utilizadas. No trabalho de Almeida, et al. (2000), a aplicação
 348 de 40 m³ ha⁻¹ de dejetos (143 kg ha⁻¹ de N total) proporcionou aumento de 45 % na
 349 quantidade de N acumulada pelo milho, na fase de pleno florescimento, em relação à
 350 testemunha, sem dejetos.

351 Grande parte do nitrogênio disponível no dejetto de suíno encontra-se
 352 prontamente disponível de 40 a 70 % na forma de nitrogênio amoniacal, sendo o restante,
 353 a maioria, na forma orgânica, ou seja, não-disponível para a planta em curto prazo
 354 (SCHERER et al., 2007). Altos teores de N na parte aérea de feijoeiros têm sido
 355 verificados em solos mais férteis ou com populações de rizóbio nativo de elevada
 356 eficiência simbiótica (ALMEIDA et al., 2000; SORATTO et al., 2006; FARINELLI et
 357 al., 2006). Por outro lado, em solos mais pobres em N, o efeito da aplicação de
 358 fertilizantes nitrogenados tem proporcionado teores foliares superiores aos verificados
 359 nas plantas sem adubação nitrogenada (RODRÍGUEZ-NAVARRO et al., 2000;
 360 CARVALHO et al., 2011; MERCANTE et al., 2006).



361

362 **Figura 5:** Nitrogênio (N) total da parte aérea de feijoeiros, 45 dias após emergência, em
 363 resposta a diferentes doses de biofertilizantes de dejetto de suíno, sem aplicação de
 364 inoculante rizobiano, sob condições de campo. Médias seguidas por letras iguais
 365 minúsculas para as doses de biofertilizante e maiúsculas dentro dos tratamentos com e
 366 sem inoculante, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

367

368 Em relação à produtividade e aos componentes de produção, observou-se
 369 diferença significativa ($p < 0,05$) para o número de grãos das plantas e para a
 370 produtividade do feijoeiro nos tratamentos avaliados (Tabela 3). Para o número de grãos
 371 por plantas, a dose de 240 m³ ha⁻¹ proporcionou valores superiores em relação às doses 0
 372 e 120 m³ ha⁻¹ de biofertilizante e à TN, mas não diferiu das demais doses utilizadas.

373 Quanto à adição de inoculante, não foi verificada significância entre os tratamentos
 374 utilizados.

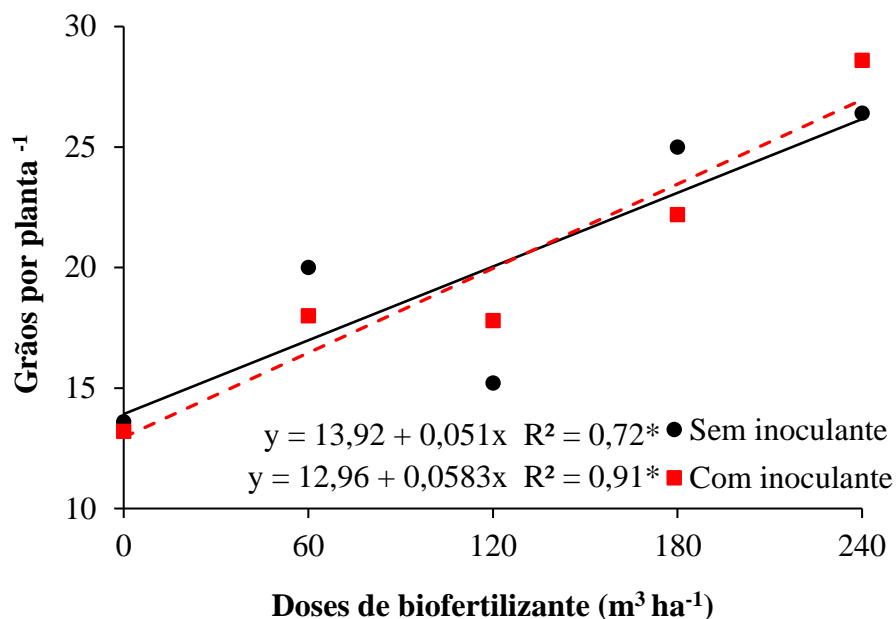
375 **Tabela 3.** Efeito da inoculação e das doses de biofertilizante de dejetos de suíno sobre o
 376 número de grãos por planta, grãos por vagem, vagem por planta, massa de 100 grãos e
 377 produtividade, em ensaio conduzido a campo. Glória de Dourados – MS.

Tratamentos	Grão por planta (nº planta ⁻¹)	Grão por vagem (nº planta ⁻¹)	Vagem por planta (nº planta ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g kg ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
TN	17,50 bc	2,49 a	7,00 a	24,40 a	726,02 a
0 m ³ ha ⁻¹	13,40 c	2,79 a	5,20 b	23,93 a	798,69 ab
60 m ³ ha ⁻¹	19,00 abc	2,49 a	7,50 a	23,78 a	749,98 ab
120 m ³ ha ⁻¹	16,50 bc	2,20 a	7,80 a	24,48 a	641,78 ab
180 m ³ ha ⁻¹	23,60 ab	3,00 a	7,80 a	23,78 a	577,08 ab
240 m ³ ha ⁻¹	27,50 a	3,20 a	8,60 a	21,83 a	410,00 b
Sem inoculante	19,90 a	2,73 a	7,30 a	23,75 a	671,61 a
Com inoculante	19,26 a	2,66 a	7,33 a	23,65 a	639,57 a
C.V. (%)	36,88	31,89	17,04	10,65	21,44

378 Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. TN:
 379 Testemunha nitrogenada. C.V.: Coeficiente de variação. *Os dados apresentados na tabela referem-se às
 380 médias com inoculação e sem inoculação.
 381

382

383 A partir dos dados obtidos com o número de grãos por planta, foi possível obter
 384 um ajuste de regressão linear crescente, sob efeito das doses de biofertilizante utilizadas
 385 (Figura 6). Estudos realizados por Araújo et al. (2001), com a cultura do feijão-vagem
 386 sob a aplicação de doses de dejetos de suíno (0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹) e a presença ou
 387 ausência de adubação mineral, demonstraram que a combinação do esterco suíno e adubo
 388 mineral proporcionou um aumento linear no número de grãos por planta, número de
 389 vagens por planta e produtividade da cultura. Rapassi et al. (2003), Silva et al. (2004),
 390 Alvarez et al. (2005), Teixeira et al. (2005) e Souza (2006) também verificaram aumento
 391 no número de grãos planta⁻¹ com o aumento da adubação nitrogenada.



392

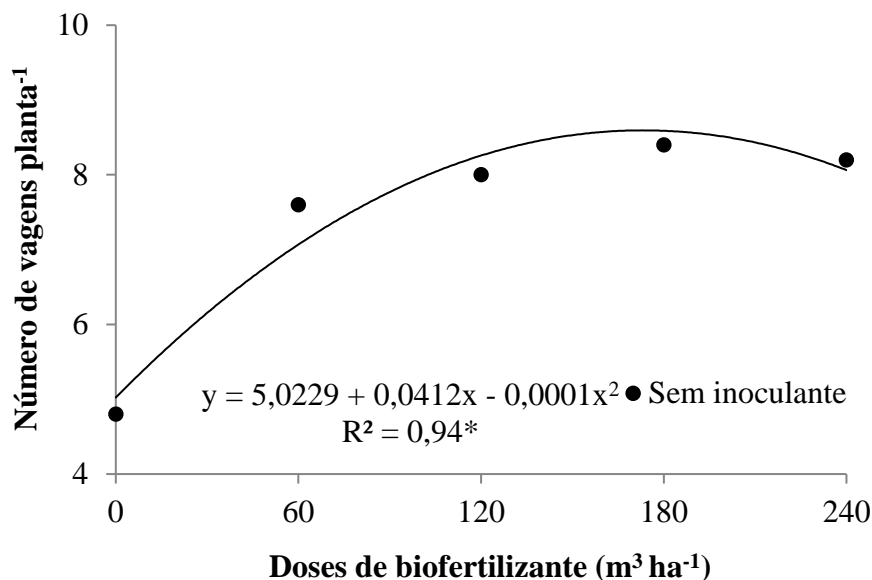
393 **Figura 6:** Número de grãos por planta, em resposta a diferentes doses de biofertilizantes
 394 de dejetos de suíno, com e sem aplicação de inoculante rizobiano, sob condições de campo.
 395 * significativo a 5% de probabilidade.

396

397 Quanto ao número de grãos por vagem, não foi verificada diferença significativa
 398 ($p > 0,05$) entre as doses de biofertilizante e a utilização de inoculante (Tabela 3).
 399 Trabalhos realizados por Alves et al. (2009), com feijão-caupi, utilizando doses de
 400 biofertilizante de esterco de gado (0; 10; 20; 30; 40 e 50 t ha⁻¹) com e sem adubação
 401 mineral, demonstraram que o acréscimo de doses de biofertilizante não influenciou os
 402 tratamentos, quando comparados com a testemunha. Segundo Soratto et al. (2006), a
 403 aplicação de N em cobertura não causa grande variação no número de grãos por vagem,
 404 provavelmente por ser pouco influenciada pela adubação (ANDRADE et al., 1998).

405 Para o número de vagens por planta, foram observadas diferenças significativas
 406 ($p < 0,05$) para os tratamentos avaliados (Tabela 3). As doses de 60, 120, 180, 240 m³ ha⁻¹
 407 biofertilizante e a TN apresentam valores similares e superiores em relação à dose 0 m³
 408 ha⁻¹. Os dados obtidos nessa variável ajustaram-se a uma regressão quadrática, com a
 409 máxima de números de vagem obtida com a aplicação de 173,19 m³ ha⁻¹ de biofertilizante
 410 (Figura 7). Silva et al. (2013), ao avaliarem o efeito da aplicação de biofertilizante bovino
 411 e da salinidade da água de irrigação sobre a produtividade do feijão-de-corda, não
 412 verificaram interferência da aplicação de biofertilizante sobre o número de vagens por
 413 planta. Estudos realizados por Carvalho et al. (2011), na cultura da soja, encontraram

414 efeito linear para número de vagem planta⁻¹ em função das doses de resíduo orgânico de
415 cama de frango (0; 3; 6 e 9 Mg ha⁻¹) e de fertilizante mineral formulado NPK 04-30-10
416 (0; 100; 200; 300 e 400 kg ha⁻¹).



417

418 **Figura 7:** Número de vagens por planta, em resposta a diferentes doses de biofertilizantes
419 de dejetos de suíno, sem aplicação de inoculante rizobiano, sob condições de campo. *
420 significativo a 5% de probabilidade.

421

422 A massa seca de cem grãos, também não apresentou diferenças significativas
423 ($p > 0,05$) para os tratamentos e quanto à utilização de inoculante (Tabela 3). Soratto et al.
424 (2001), avaliando diferentes doses de nitrogênio N na cultura do feijoeiro, também não
425 observaram influência significativa na massa de 100 grãos. Estudos realizados por
426 Carvalho et al. (2007), Bernardes et al. (2010), Souza et al. (2012), avaliando gramíneas
427 e leguminosas antecedendo a cultura do feijoeiro em plantio direto não constataram
428 resultados significativos para produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados
429 por Viana et al. (2011) e Meira et al. (2005), estudando doses de N na cultura do feijoeiro.

430 No que se refere à produtividade de grãos do feijoeiro, foi verificada diferença
431 significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos avaliados (Tabela 3). A TN apresentou valor
432 superior à dose de 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante, mas similar às demais doses utilizadas.

433 Durante o desenvolvimento do experimento, o feijoeiro sofreu um ataque severo
434 da doença da antracnose, afetando diretamente os componentes de produção. A umidade
435 excessiva provocada pelas altas precipitações e a presença de palhada no solo, podem ter

436 favorecido o desenvolvimento desta doença (Figura 1). Contudo, deve-se salientar que
437 os problemas fitossanitários estão entre os principais problemas que limitam a
438 produtividade da cultura do feijoeiro, uma vez que as perdas anuais de produção são
439 geralmente significativas (BULLUCK et al., 2002; POSSE et al., 2010). Diversos autores
440 afirmam que aplicações sucessivas de compostos orgânicos podem causar efeitos
441 negativos ao solo (GALBIATTI et al., 2011; PLUCINSKI et al., 2009).

442 Estudos realizados por Galbiatti et al. (2011) e Silva et al. (2013), no qual
443 avaliaram o desenvolvimento da cultura do feijão utilizando biofertilizante, conseguiram
444 alcançar uma produtividade de 943 e 852 kg ha⁻¹, respectivamente. Já Duarte Junior e
445 Coelho (2008), ao estudarem o efeito da concentração do biofertilizante Agrobio[®] e da
446 adubação molíbdica por via foliar sobre a cultura do feijão, atingiram produtividade de
447 2401 kg ha⁻¹ e 2076 kg ha⁻¹ com as cultivares Pérola e Ouro Negro, respectivamente.

448

449

4. Conclusões

450 -As doses de biofertilizante de dejetos líquido de suíno influenciaram positivamente na
451 nodulação (número de nódulos) do ensaio conduzido em casa de vegetação. Já para o
452 experimento a campo, houve um incremento na MSPA para todas as doses de dejetos
453 líquido de suíno aplicado.

454 -As maiores doses de biofertilizante proporcionaram elevados teores de N total da parte
455 aérea, semelhantes à TN em ambos os experimentos.

456 -Em relação à produtividade de grãos, houve um decréscimo com a aplicação da dose
457 mais elevada de biofertilizante em relação ao controle com adubação mineral
458 nitrogenada.

459

460

5. Referências bibliográficas

461 ADELI, A.; VARCO, J. J. Swine lagoon as a source of nitrogen and phosphorus for
462 Summer forage grasses. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 5, p. 1174-1181, 2001.

463 ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Ureia em
464 cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 293-298, 2000.

- 465 ALVAREZ, A. C. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R. C. F.; PEREIRA, J. C. R. Resposta do
466 feijoeiro a aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio
467 direto. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 1, p. 69-75, 2005.
- 468 ALVES, S. V.; ALVES, S. S. V.; CAVALCANTI, M. L. F.; DERMATELAERE, A. C.
469 F.; TEÓFILO, T. M. S. Desempenho produtivo do feijoeiro em função da aplicação de
470 biofertilizante. **Revista Verde**, v. 4, n. 2, p. 113 – 117, 2009.
- 471 ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A.
472 Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações.
473 **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n.5, p. 1077-1086, 2004.
- 474 ANDRADE, M. J. B.; DINIZ, A. C.; CARVALHO, J. G.; LIMA, S. F. Resposta da
475 cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de
476 plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 22, n. 3, p. 499-508, 1998.
- 477 ARAUJO, J. S.; OLIVEIRA, A. D. P.; SILVA, J. A. L.; RAMALHO, C. I.; NETO, F. L.
478 C. Rendimento do feijão-vagem cultivado com esterco suíno e adubação
479 mineral. **Revista Ceres**, v. 48, n. 278, p. 501-510, 2001.
- 480 ASSMANN, T. S.; ASSMANN, J. M.; CASSOL, L. C.; DIEHL, R. C.; MANTELI, C.;
481 MAGIERO, E. C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e
482 atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista**
483 **Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1515-1523, 2007.
- 484 BENÍCIO, L. P.; OLIVEIRA, V. A. REIS, A. F. B.; JÚNIOR, A. F. C.; LIMA, S. O.
485 Efeitos de diferentes biofertilizante e modos de aplicação na nodulação do feijão caupi.
486 **Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 3, p. 111-119, 2012.
- 487 BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M. Produtividade do
488 feijoeiro irrigado devido a reguladores de crescimento e culturas antecessoras de
489 cobertura. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 371-375, 2010.
- 490 BETTIOL, W. TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. Controle de doenças de plantas com
491 biofertilizantes. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n. 2, p. 22, 1998.
- 492 BUCHER, C. A.; REIS, V. M. **Biofertilizante contendo bactérias diazotróficas**.
493 Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 17p.
- 494 BULLUCK, L. R.; BROSIUS, M. G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J. B. Organic and
495 synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties
496 on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, v. 19, n. 2, p. 147-160, 2002.
- 497 CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; PASSOS, A. M. A.;
498 OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características
499 agronômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n.
500 4, 2011.
- 501 CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Plantas
502 de cobertura, sucessão de culturas e manejo do solo em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas,
503 v.66, n.4, p.659-668, 2007.
- 504 CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; PAVINATO, P. S.; TRENTIN, E. E.; GIROTTO, E.
505 Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio,

- 506 fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos
507 líquido de suínos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1287-1295, 2005.
- 508 COSTA, M. M. B. **Aporte da agroecologia ao processo de sustentabilidade agrícola.**
509 Curitiba: UFPR, 54p. 2001.
- 510 DAROLT, M. R. Agricultura orgânica: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002,
511 250p. In: FERREIRA, M. E; DECHEN, A. R. HAAG, H. P CARMELLO, Q. A. C.
512 **Mecanismos de absorção e de translocação de micro nutrientes.** 250p., 2002.
- 513 DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre**
514 **dejetos suínos.** Porto Alegre: Emater, 2002.
- 515 DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Aplicação foliar de Agrobio e molibdênio em
516 dois cultivares de feijão comum. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 41-48, 2008.
- 517 DURIGON, M. R.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; MILANESI, P. M.; SANTOS, R. F.;
518 HECKLER, L. I.; CERINI, J. B. Adubações orgânicas e mineral e controle biológico
519 sobre a incidência de podridões de colmo e produtividade de milho. **Semina: Ciências**
520 **Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1249-1256, 2014.
- 521 FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; PENARIOL, F. G.; EGÉA, M. M.; GASPAROTO, M.
522 G. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro, em plantio direto e convencional.
523 **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 307-312, 2006.
- 524 FERREIRA, E. P. B.; MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M. MENDES, I. C.; ARAÚJO,
525 J. L. S.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; ARAÚJO, A. P. Contribuições para a melhoria
526 da eficiência da fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro comum no Brasil. **Tópicos**
527 **em ciência do solo**, v. 8, p. 251-291, 2013.
- 528 FOGEL, G. F. MARTINKOSKI, L.; MOKOCHINSKI, F. M.; GUILHERMETTI, P. G.
529 C.; MOREIRA, V. S. Efeitos da adubação com dejetos suínos, cama de aves e fosfato
530 natural na recuperação de pastagens degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e**
531 **Desenvolvimento Sustentável.** v. 8, n. 5, p. 66 - 71, 2013.
- 532 FORNASIERI FILHO, D.; BELLINGIERI, P. A.; VITTI, G. C. MALHEIROS, E. B.;
533 HORIENTE, E. C Efeito da inoculação com *Rhizobium phaseolie* de fertilizantes às
534 sementes e nitrogênio mineral na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) carioca 80 das
535 “águas”. **Científica**, v. 16, n. 2, p. 229-238, 1988.
- 536 FRANCHI, E. A. G. **Dinâmica do nitrogênio no solo e produtividade de milho, aveia**
537 **e ervilhaca com o uso de dejetos de suínos em sistema de plantio direto.** 2001. 70p.
538 (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2001.
- 539 GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D.
540 Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral.
541 **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2011.
- 542 GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LINDINO, C. A.; ROSA, M. F.; BARICCATTI, R.;
543 GOMES, G. D. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em
544 biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichornia crassipes*) como
545 bioindicador. **Acta Scientiarum Technology**, v. 30, n. 1, p. 9-14, 2008.

- 546 HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Benefits of inoculation of the common
547 bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains.
548 **Biology and Fertility of Soils**, v. 39, p. 88-93, 2003.
- 549 HUNGRIA, M.; THOMAS, R. J.; DÖBEREINER, J. Efeito do sombreamento na fixação
550 biológica do nitrogênio em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, p. 1143-
551 1156, 1985.
- 552 HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain
553 legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v. 65, p. 151-
554 164, 2000.
- 555 MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292
556 p.
- 557 MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional**
558 **das plantas princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós. 319p, 1997.
- 559 MARTÍNEZ-ROMERO, E.; SEGOVIA, E.; MERCANTE, F. M.; FRANCO, A. A.;
560 GRAHAM, P. H.; PARDO, M. A. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating
561 *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena* sp. trees. **International Journal of**
562 **Systematic Bacteriology**, v. 41, p. 417-426, 1991.
- 563 MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola.
564 **Bahia Agrícola**. v. 7, n.3, 2006.
- 565 MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de
566 nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária**
567 **Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 383-388, 2005.
- 568 MELÉM JÚNIOR, N. J.; BRITO, O. R.; FONSCECA JÚNIOR, N. S.; FONSCECA, I.
569 C. B.; AGUIAR, S. X. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e
570 sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. **Semina: Ciências**
571 **Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 7-18, 2011.
- 572 MENESES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; ANDRADE, C. L. T.; KONZEN, E. A.; Dejeito
573 líquido de suínos: II - Perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio
574 direto. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1305-1312, 2005.
- 575 MERCANTE, F. M. Uso de *Leucaena leucocephala* na
576 obtenção de *Rhizobium* tolerante a temperatura elevada para inoculação do
577 feijoeiro. 1993. 149p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de
578 Janeiro, Seropédica, 1993.
- 579 MERCANTE, F. M.; OTSUBO, A. A.; LAMAS, F. M. Inoculação de *Rhizobium tropici*
580 e aplicação de adubo nitrogenado na cultura do feijoeiro. In: reunião brasileira de
581 fertilidade de solo e nutrição de plantas, 27º reunião brasileira sobre micorrizas, 11º;
582 simpósio brasileiro de microbiologia do solo, 9.; reunião brasileira de biologia do solo,
583 6., 2006, Bonito, MS. **Fertbio 2006: A busca das raízes**. Dourados, Embrapa
584 Agropecuária Oeste, 2006. CD-ROM. (Documentos, 82)
- 585 MERCANTE, F. M.; TEIXEIRA, M. G.; ABOUD, A. C. S.; FRANCO, A. A. Avanços
586 biotecnológicos na cultura do feijoeiro sob condições simbióticas. **Revista Universidade**
587 **Rural**, v. 21, p. 127-146, 1999.

- 588 MOSTASSO, L.; MOSTASSO, F. L. DIAS, B. G.; VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M.
589 Selection of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobial strains for the Brazilian Cerrados.
590 **Field Crop Research**, v. 73, p. 121-132, 2002.
- 591 NASCIMENTO, C. S.; LIRA JÚNIOR, M. A.; STAMFORD, N. P.; FREIRE, M. B. G.
592 S.; SOUSA, C. A. Nodulação e produção do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) sob
593 efeito de plantas de cobertura e inoculação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2,
594 n. 2, p. 579-587, 2008.
- 595 NORRIS, D. O.; T'MANNETJE, L. The symbiotic specialization of African *Trifolium*
596 spp. in relation to their taxonomy and their agronomic use. **East African Agricultural**
597 **and Forestry Journal**, v. 29, p. 214-35, 1964.
- 598 OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA, M. F. C.;
599 DAL'ACQUA, F. M.; PACHECO FILHO, O. **Resultados técnicos e econômicos da**
600 **aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo**. Goiânia:
601 EMBRAPA-CNPAP, 1986. 24 p. (Circular Técnica, 21).
- 602 PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; COELHO, R. R.; CARNEIRO,
603 J. E. S.; ANDRADE, M. J. B.; RESENDE, A. M. **Informações técnicas para o cultivo**
604 **de feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007-2009**. Viçosa: EPAMIG, 2008.
605 180p.
- 606 PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO I. M. N.; OTSUBO A. A. Resposta da
607 cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio, **Revista**
608 **Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 219-226, 2009.
- 609 PELOSO, M. J.; WANDER, A. E.; STONE, L. F. Feijão comum: impulsionando a
610 produção e a produtividade de grãos na agricultura brasileira. In: ALBUQUERQUE, A.
611 C. S.; SILVA, A. G. eds. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações**
612 **tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.
613 219-233, 2008.
- 614 PINTO, F. G. S.; HUNGRIA, M.; MERCANTE, F. M. Polyphasic characterization of
615 Brazilian *Rhizobium tropici* strains effective in fixing N₂ with common bean (*Phaseolus*
616 *vulgaris* L.). **Soil Biology & Biochemistry**, v. 39, n. 8, p. 1851-1864, 2007.
- 617 PLUCINSKI, F. L. C.; GODOY, W. I.; CIESLIK, L. F.; DAHMER, M. A.; SILVA, C.
618 L. Avaliação do uso de diferentes biofertilizantes na produção orgânica de feijão
619 (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n. 2, 2009.
- 620 POSSE, S. C. P.; SOUZA, E. M. R.; SILVA, G. M.; FASOLO, L. M.; ROCHA, M. A.
621 M. **Informações técnicas para o cultivo de feijoeiro-comum na região**
622 **centralbrasileira: 2009-2011**. 245p. 2010.
- 623 RAPASSI, R. M. A. **Análise técnica e econômica da produção de sementes de**
624 **feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função do manejo do solo, níveis de nitrogênio**
625 **e molibdênio**. 2003. 54p. (Dissertação Mestrado) - UNESP/Campus de Ilha Solteira. Ilha
626 Solteira. 2003.
- 627 RODRÍGUEZ-NAVARRO, D. N., BUENDÍA, A. M., CAMACHO, M., LUCAS, M.,
628 SANTAMARÍA, C. Characterization of *Rhizobium* spp. bean isolates from southwest of
629 Spain. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, n. 11-12, p. 1601-1613, 2000.

- 630 SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta.
631 I- Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema de plantio
632 direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1075-1083, 2003.
- 633 SANTOS, A. C.; AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura**
634 **alternativa**. Seropédica: Imprensa Universitária/UFRRJ. 1996. 35p.
- 635 SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um
636 Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista**
637 **Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1, p. 123-131, 2007.
- 638 SCHERER, E. E. **Aproveitamento do esterco de suínos como fertilizante.**
639 **Coordenada por Cepaf/Epagri-Chapecó.** 2014. Disponível em:<
640 http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/9-EloiScherer.pdf>. Acesso em: 15 mar.
641 2015.
- 642 SEDIYAMA, M. A.; VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W.; PINTO, C. L.; SALGADO,
643 L. T. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. **Revista**
644 **Brasileira de engenharia agrícola ambiental**, v 12, n.6, 2008.
- 645 SEGANFREDO, M. A. Os dejetos de suínos são um fertilizante ou um poluente do solo?
646 **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.16, n.3, p.129-141, 1999.
- 647 SEIDEL, E. P.; SOUSA, R. F. B.; STOFFEL, T.; HEPP, N. E.; OFFEMANN, L. C.
648 Produtividade da cultura do milho sob diferentes doses de cama de aviário e níveis de
649 compactação In: **II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos**
650 **Agropecuários e Agroindustriais**. Foz do Iguaçu, PR. 2011.
- 651 SILVA, E. F.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; MERCANTE, F. M.;
652 RODRIGUES, E. T.; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium*
653 *tropicici* associada à exsudato de Mimosa flocculosa com diferentes doses de nitrogênio.
654 **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 443-451, 2009.
- 655 SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVER, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H.
656 C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas
657 trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.
- 658 SILVA, M. G.; ARF, O.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S. Manejo do
659 solo e adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno. **Scientia agrícola**, v. 61, n. 3, p.
660 307-312, 2004.
- 661 SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Fertilidade do solo e nutrição de
662 plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 259-265, 2006.
- 663 SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. Níveis e épocas
664 de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura**
665 **Agrônômica**, v. 10, p. 89-99, 2001.
- 666 SOUZA, E. D. **Efeito de fontes, doses e épocas da adubação nitrogenada sobre os**
667 **componentes de produção e a produtividade do feijoeiro irrigado em plantio direto.**
668 2006. 26p. (Dissertação de Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual
669 Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2006.

670 SOUZA, H. A.; HERNANDES, A.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E.; NATALE,
671 W.; BARBOSA, J. C. Folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional do feijoeiro.
672 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 12, p. 1243-1250,
673 2011.

674 SOUZA; L. C. D; SÁ; M. E; SILVA, M. P.; ABRANTES, F. L.; SIMIDU, H. M.;
675 ARRUDA, N.; VALÉRIO FILHO, W. V. Efeito da adubação verde e época de
676 semeadura de cultivares de feijão, sob sistema plantio direto, em região de cerrado.
677 **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 699-708, 2012.

678 STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; HEINEMANN, A. B.;
679 OLIVEIRA, J. P. Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção
680 orgânica e atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,
681 v. 17, n. 1, p. 19-25, 2013.

682 STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. Fixação biológica de
683 nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. **Produção de feijoeiro**
684 **comum em várzeas tropicais**, Embrapa Arroz e Feijão, p.122-153. 2002.

685 TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; FURTINI NETO, A. E.;
686 MARQUES, E. L. S. Palhadas e doses de nitrogênio no plantio direto do feijoeiro. **Acta**
687 **Scientiarum**. v. 27, n. 3, p. 499-505, 2005.

688 TSAI, S. M.; BONETTI, R.; AGBALA, S. M.; ROSSETTO, R. Minimizing the effect of
689 mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient
690 levels. **Plant and Soil**, v. 152, p. 131-138, 1993.

691 VENTURINI, S. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, E. M. N.; VENTURINI, E. F.;
692 GIRALDI, C. M. R. Uso de vermicomposto na cultura do feijoeiro. **Revista Brasileira**
693 **de Agrociência**, v.9, n.1, p.45-48, 2003.

694 VIANA, T. O.; VIEIRA, N. M.; MOREIRA, G. B. L.; BATISTA, R. O.; CARVALHO,
695 S. J. P.; RODRIGUES, H. F. F. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais
696 com nitrogênio e fósforo. **Revista Ceres**, v. 58, n. 1, p. 115-120, 2011.

697 WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em
698 experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 429-
699 437, 2009.

700 XAVIER, T. F.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B.; CAMPOS, F. L. Inoculação e
701 adubação nitrogenada sobre a nodulação e a produtividade de grãos de feijão caupi.
702 **Revista Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2037-2041, 2008.

703

704

705

706

707

CAPITULO 3:

Bioindicadores de qualidade do solo na cultura do feijoeiro sob aplicação de diferentes doses de dejetos líquidos de suínos

Resumo: o presente trabalho teve como objetivo avaliar o carbono da biomassa microbiana do solo e seus índices derivados na cultura do feijoeiro, sob o efeito a aplicação de doses de biofertilizante líquido de suíno associado à inoculação. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, unidade de Glória de Dourados-MS, em solo classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa. Os tratamentos avaliados foram constituídos por cinco doses de biofertilizantes (0, 60, 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹), uma testemunha com adubação nitrogenada (TN), na presença e ausência de inoculante, contendo uma estirpe de *Rhizobium tropici* (= SEMIA 4077). O carbono biomassa microbiana do solo (C-BMS) foi avaliado pelo método de fumigação-extração e a atividade microbiana pelo método de respirometria. As doses 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos líquidos de suíno influenciaram positivamente os teores de carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS). Já para a respiração basal (C-CO₂) do solo, a dose de 240 m³ ha⁻¹ proporcionou aumento da atividade microbiana. Em relação aos índices derivados do C-BMS, os teores de quociente metabólico (qCO_2) e o quociente microbiano ($qMIC$) e também para matéria orgânica (MO) do solo, não foi observado efeito sob a aplicação de biofertilizante e a utilização de inoculante microbiano.

Palavras-chave: Atividade microbiana, adubação orgânica, bioindicadores.

30 **Bioindicators of soil quality in the culture of the bean under application of different**
31 **doses of liquid pig manure**

32

33 **Abstrat:** the present work had as objective to evaluate the soil microbial biomass and its
34 derivative indices in the culture of the bean, on the application of pig foliar fertilizer
35 doses associated with inoculation. The experiment was conducted in the experimental
36 area of the State University of Mato Grosso do Sul, Glória de Dourados - MS, in soil
37 classified as Red Argisols, Sandy texture. The evaluated treatments were composed of
38 five doses of biofertilizers (0, 60, 120, 180 and 240 m³ ha⁻¹), a witness with nitrogen
39 fertilization (TN), in the presence and absence of inoculant containing *Rhizobium tropici*
40 strain a (= SEMIA 4077). The soil microbial biomass carbon (C-BMS) was evaluated by
41 fumigation-extraction method and microbial activity by respirometry method. 120 doses,
42 180 and 240 m³ ha⁻¹ bio-fertilizer of liquid pig waste influenced positively the levels of
43 soil microbial biomass carbon (C-BMS). The basal respiration (CO₂-C) soil, the dose of
44 240 m³ ha⁻¹ resulted in increased microbial activity. In relation to indices derived from
45 C-BMS, the levels of metabolic quotient (qCO₂) and the microbial quotient (qMIC) and
46 organic matter (MO) soil, no effect was observed under the application of biofertilizer
47 and use of microbial inoculant.

48 **Keyword:** Microbial activity, organic fertilization, bioindicators.

49

50

51

52

53

54

55

56

57

Introdução

58

59

60 O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado no Brasil o ano todo, em
61 ecossistemas subtropicais e tropicais, em todos os estados da federação, e "de
62 inverno", nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Oeste da Bahia, o que garante uma
63 oferta constante do produto para um consumo interno (PELOSO et al., 2008). É uma
64 cultura de extrema importância para a sociedade brasileira, uma vez que é uma das
65 fontes de proteína mais utilizada pela população carente (PAULA JUNIOR et al.,
66 2008).

67 A agricultura familiar é apontada como a grande responsável pela produção de
68 feijão do país, utilizando em muitos casos sistemas produtivos pouco tecnificado e
69 sendo assim caracterizada pelo baixo uso de insumos, somado à baixa fertilidade
70 natural do solo, levando ao declínio da produtividade das lavouras (SANTOS et al.,
71 2010). Diante disso, a adoção de tecnologias economicamente viáveis ao pequeno
72 produtor rural e que possa gerar melhorias, torna-se de extrema importância para
73 aumentar a produtividade desta cultura (SILVA et al., 2013). Diante disso, o

74 O uso da adubação orgânica à base de biofertilizantes representa uma alternativa
75 promissora capaz de proporcionar a redução da quantidade de fertilizantes minerais
76 aplicados no solo. O dejetos líquido de suíno (DLS) é um resíduo que contém teores
77 elevados de matéria orgânica e nutrientes, principalmente de nitrogênio, fósforo e
78 potássio. Além disso, contribui para a melhoria das propriedades físicas, químicas e
79 biológicas do solo, possibilitando o seu aproveitamento na agricultura como
80 fornecedor de nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e à produção das
81 plantas (SCHERER et al., 2007).

82 Apesar do grande potencial de carga de nutrientes do DLS e da sua capacidade de
83 incorporação direta no solo, o dejetos pode contaminar ou poluir o sistema de
84 produção quando utilizado em dosagem elevada (DIESEL et al., 2002).

85 O descarte inapropriado do DLS no ambiente ocasiona grandes e graves
86 problemas ambientais. Tendo isso em vista, a preocupação com o descarte dos DLS
87 torna-se cada vez maior, o que gera a busca por alternativas viáveis, tanto
88 economicamente quanto ambientalmente. Alguns autores apresentam alternativas de
89 utilização do DLS na agricultura, utilizando-o como fonte de nutrientes em cereais

90 de inverno (YAGÜE e QUÍLEZ, 2010; CELA et al., 2011), nas culturas de verão
91 (GIACOMINI et al., 2009; LEITE et al., 2009) e nas pastagens (BARNABÉ et al.,
92 2007).

93 Os atributos biológicos do solo têm sido utilizados para medir o nível de
94 desequilíbrio ao qual um determinado ambiente está sujeito, sendo úteis para
95 determinar os efeitos positivos e negativos sobre a qualidade do solo e a
96 sustentabilidade das práticas agrícolas (CUNHA et al., 2011) e por isso têm sido
97 amplamente discutidos por diversos autores como bioindicadores da qualidade do
98 solo, uma vez que são mais sensíveis do que indicadores químicos e físicos para
99 revelar, com antecedência, as alterações que ocorrem no solo em função de seu uso e
100 manejo (MATSUOKA et al., 2003).

101 Os microrganismos do solo têm sido utilizados como bioindicadores eficientes
102 para mensurar a qualidade do solo, já que refletem a condição de qualidade ambiental
103 do agroecossistema (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007; SANTOS et al., 2010). Neste
104 contexto, a biomassa microbiana do solo (BMS) é definida como o componente vivo
105 da matéria orgânica do solo (JENKINSON e LADD, 1981), excluindo-se a
106 macrofauna e as raízes das plantas. A BMS é um indicador sensível de mudanças no
107 ecossistema, pois representa o destino inicial do C em transformação e é uma das
108 principais fontes de produção do CO₂ (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Em alguns
109 casos, alterações na população e na atividade microbiana podem preceder mudanças
110 nas propriedades químicas e físicas, refletindo um claro sinal na melhoria ou na
111 degradação do solo (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007). Estudos mostram que o uso de
112 dejetos de suínos pode incrementar o C da biomassa e a respiração basal do solo
113 (COUTO et al., 2013).

114 Considerando a carência de informações relacionada à aplicação de DLS na
115 cultura do feijoeiro, torna-se fundamental avaliar o seu efeito na qualidade do solo.
116 Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o carbono da biomassa
117 microbiana do solo e seus índices derivados na cultura do feijoeiro sob aplicação de
118 DLS em diferentes doses.

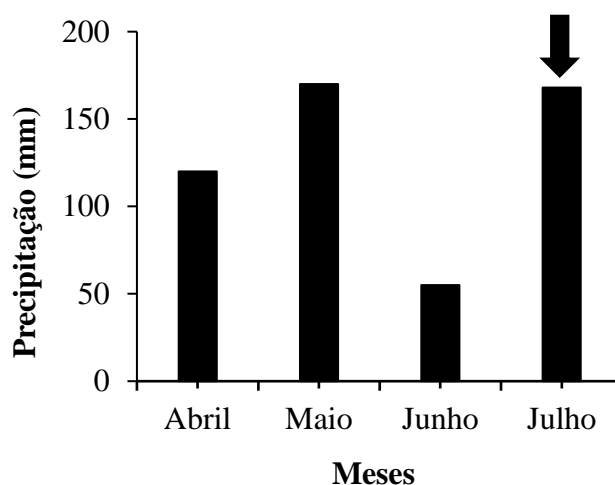
119

120

Material e métodos

121 O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de
122 Mato Grosso do Sul, Glória de Dourados, MS (22°22'S e 54°30'W, 400 m de altitude),
123 num solo classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa. Foram coletadas
124 amostras de solo de 0-20 cm de profundidade para a análise química (Tabela 1).

125 O clima de ocorrência, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, com
126 estação quente e chuvosa no verão e moderadamente seca no inverno. Os dados de
127 precipitação pluvial mensal (mm), durante o período de estudo, encontram-se na
128 (Figura 1).



129 **Figura 1.** Dados de precipitação pluviométrica (mm) ocorrida durante os meses de
130 condução do experimento. Fonte: AGRAER, Escritório de Glória de Dourados, MS,
131 2014. A seta indica a época de avaliação da produtividade do feijoeiro.
132

133
134 Antes do início de implantação do ensaio, a área experimental estava sendo
135 utilizada com um sistema diversificado de produção orgânica, com cultivo de
136 feijoeiro em sucessão a adubos verdes no verão, e milho durante o inverno.

137 Foram utilizadas sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Pérola,
138 pertencente ao grupo comercial Carioca, com ciclo de 90 a 100 dias, de porte semi-
139 prostrado. O inoculante utilizado foi turfoso, contendo a estirpe CIAT 899 (= SEMIA
140 4077) de *Rhizobium tropici*, recomendada comercialmente no Brasil, apresentando
141 concentração de 6×10^9 células g^{-1} de inoculante, sendo aplicado na dose de 1 kg 50
142 kg^{-1} de sementes, usando como adesivo, solução açucarada, a 10%.

143 Cada parcela experimental foi constituída por seis linhas com quatro metros de
144 comprimento, espaçadas com 0,50 m, ajustando-se à população final para 12 plantas

145 m⁻¹. A parcela útil foi constituída de quatro linhas centrais, descartando 0,50 m de
 146 cada extremidade. A semeadura do feijoeiro, cultivar Pérola, foi realizada sob plantio
 147 direto em sucessão ao milho, manualmente.

148 A adubação nitrogenada nas parcelas correspondentes ao controle
 149 nitrogenado foi realizada manualmente, à lanço, totalizando 80 kg ha⁻¹, na forma de
 150 uréia, sendo 50 % aplicados na semeadura e 50 % em cobertura, aos 38 DAE (dias
 151 após a emergência). O controle de plantas daninhas foi feito por capina manual.

152 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema
 153 fatorial 6x2, com cinco repetições. Os tratamentos estudados corresponderam a dois
 154 níveis de inoculação (ausência e presença) e cinco doses de biofertilizantes (0, 60,
 155 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹), e uma testemunha com adubação nitrogenada (TN).

156 O dejetos de suíno (efluente) utilizado nos dois ensaios foi coletado em uma lagoa
 157 de estabilização de uma granja de criação de crescimento e terminação, para análise
 158 química (Tabela 2). O dejetos foi aplicado manualmente, com o auxílio de regadores
 159 de 10 litros, dois dias antes da semeadura do feijão.

160

161 **Tabela 1.** Análise química dos dejetos líquidos de suínos, coletados em lagos de
 162 estabilização de uma granja de suíno em Gloria de Dourados-MS.

pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn
(CaCl ₂)	g L ⁻¹	mg dm ⁻³	g L ⁻¹			----- mg dm ⁻³ -----		
7,92	0,76	62,52	0,79	55,70	10,70	2,1	0,3	0,27
						1	8	

163 Fonte: Laudo fornecido pela Embrapa Agropecuária Oeste- Dourados-MS

164

165 As avaliações de biomassa microbiana do solo foram realizadas na época de
 166 florescimento do feijoeiro. Em cada parcela experimental, as amostragens do solo
 167 foram efetuadas nas entrelinhas da cultura, na camada de 0-0,10 de profundidade,
 168 sendo que cada amostra foi composta de cinco subamostras. Após homogeneização,

169 as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e
170 armazenadas em câmara fria (4 a 7°C).

171 A biomassa microbiana foi avaliada pelo método de fumigação-extração, proposto
172 por Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988). Inicialmente, as amostras de solo foram
173 peneiradas (<2mm) e divididas em triplicatas, sendo três fumigadas e três não
174 fumigadas. O carbono foi extraído com 50 mL de sulfato de potássio (K₂SO₄) 0,5 M,
175 após agitação por 30 minutos. Em seguida, de cada uma das subamostras, foi retirada
176 uma alíquota de 2 mL. Cada alíquota foi transferida para um tubo de ensaio e, em
177 seguida, adicionados, em cada subamostra, 3,0 mL de água, 2,5 mL de solução de
178 trabalho (300 mL de pirofosfato de sódio (Na₂P₂O₇ 0,1M), 46 mL de ácido sulfúrico
179 (H₂SO₄) 0,5 M, 20 mL de permanganato de potássio (KMnO₄ 0,1 M), 80 mL de
180 sulfato de manganês mono-hidratado (MnSO₄H₂O 0,1 M) e 2,5 mL de ácido sulfúrico
181 H₂SO₄ concentrado; essas subamostras foram agitadas e mantidas em repouso por 2
182 horas. Em seguida, as subamostras foram submetidas à leitura, num
183 espectrofotômetro, em comprimento de onda de 495 nm.

184 Após a realização das análises de C-BMS e C-CO₂ evoluído, foram determinados
185 os quocientes metabólicos (*q*CO₂), conforme Anderson e Domsch (1990), sendo
186 esse atributo obtido, a partir da relação C-CO₂/C-BMS, e os quocientes microbianos
187 (*q*MIC) pela relação C-BMS/ C-orgânico total. O conteúdo de matéria orgânica (MO)
188 foi determinado, conforme a metodologia descrita em Claessen (1997).

189 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas
190 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; quando necessário, os valores foram
191 submetidos à transformação em raiz quadrada. Foram, também, ajustadas as equações
192 de regressão das variáveis que apresentaram significância para o efeito das doses de
193 biofertilizante na ausência e presença de inoculação. As análises estatísticas foram
194 processadas por meio de software ASSISTAT (versão 7.6 beta).

195 **Resultados e discussão**

196 No que se refere aos valores do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS)
197 e da respiração basal (C-CO₂), houve interação significativa entre os tratamentos
198 (Tabela 1). Para o (C-BMS), as doses de DLS apresentaram valores superiores em

199 relação à testemunha nitrogenada (TN) e a dose 0 m³ ha⁻¹, exceto na dose mais baixa
 200 (60 m³ ha⁻¹), que foi similar a dose 0 e TN.

201

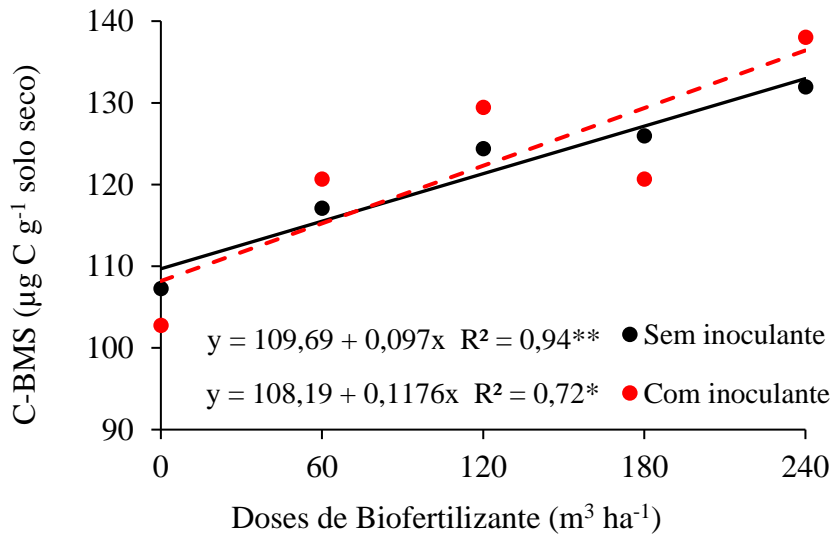
202 **Tabela 2.** Valores médios de carbono da biomassa microbiana (C-BMS), respiração
 203 basal (C-CO₂), quociente metabólico (*q*CO₂), quociente microbiano (*q*MIC) e
 204 matéria orgânica (MO) de um Argissolo Vermelho, sob diferentes doses de dejetos de
 205 suíno. Glória de Dourados, MS.

Tratamentos	C-BMS (µg C g ⁻¹ solo seco)	C-CO₂ (µg C- CO ₂ g ⁻¹ solo dia ⁻¹)	<i>q</i>CO₂ (µg C-CO ₂ µg ⁻¹ C- BMS h ⁻¹)	<i>q</i>MIC (%)	MOS (g kg ⁻¹)
TN	105,08 b	19,85 b	96,67 a	2,37 a	10,29 a
0 m ³ ha ⁻¹	104,99 b	20,32 ab	100,97 a	2,80 a	8,44 a
60 m ³ ha ⁻¹	118,87 ab	20,80 ab	91,78 a	2,23 a	8,48 a
120 m ³ ha ⁻¹	126,91 a	19,89 b	74,44 a	2,22 a	8,53 a
180 m ³ ha ⁻¹	123,30 a	21,74 ab	75,43 a	2,29 a	9,19 a
240 m ³ ha ⁻¹	134,97 a	22,75 a	71,31 a	1,72 a	8,94 a
SI	118,26 a	20,94 a	81,05 a	2,37 a	8,90 a
CI	119,78 a	20,84 a	89,16 a	2,17 a	9,06 a
C.V. (%)	11,06	10,05	29,11	36,24	30,28

206 Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de
 207 significância. SI: sem inoculante. CI: com inoculante. TN: Testemunha nitrogenada.
 208 C.V.: Coeficiente de variação. Os dados apresentados na tabela referem-se às médias
 209 com inoculação e sem inoculação.

210

211 Os resultados obtidos de C-BMS ajustaram-se a uma regressão linear crescente
 212 de acordo com o aumento das doses de DLS (Figura 2). Os compostos orgânicos, em
 213 comparação aos fertilizantes industrializados, dependendo de sua composição
 214 nutricional e da quantidade aplicada e condicionante para o C-BMS. O aumento nas
 215 proporções de carbono e nitrogênio lábeis está prontamente disponível à cultura,
 216 estimulando diretamente a atividade da biomassa (CARNEIRO et al., 2009;
 217 BALOTA et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2009).



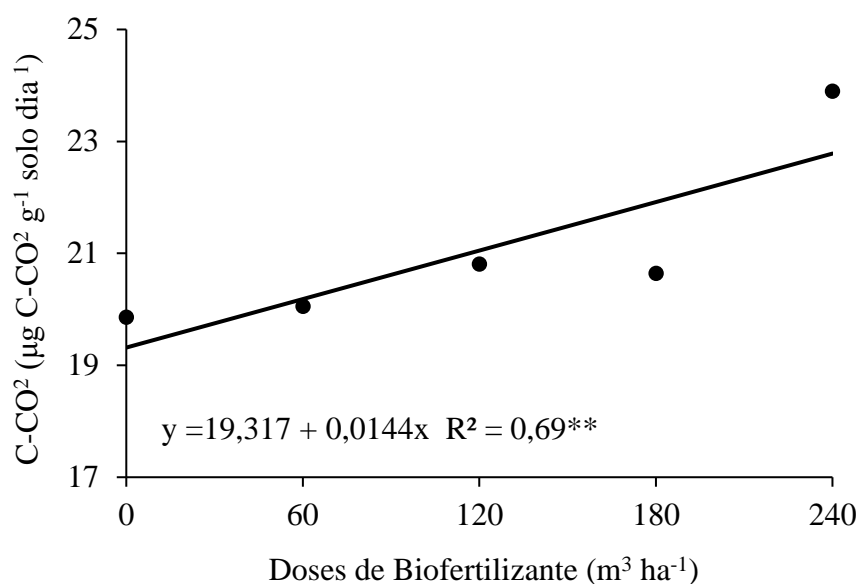
218

219 **Figura 2.** Carbono da biomassa microbiana (C-BMS), em resposta a diferentes doses
 220 de dejetos de suíno, sem e com aplicação de inoculante rizobiano. ** e * significativo
 221 a 1 e a 5% de probabilidade.

222

223 Estudos realizados por Quadros et al. (2011), que trabalharam com 6 doses de
 224 dejetos de suíno (0, 6, 12, 18, 24 e 30 Mg ha⁻¹) e 2 doses de calcário (0 e 2,7 Mg ha⁻¹)
 225 avaliando seus efeitos nos parâmetros microbiológicos, demonstraram um aumento
 226 significativo nos teores de C-BMS. Outros autores também comprovaram que a
 227 atividade microbiana aumenta fortemente em resposta à adição de carbono lábil
 228 disponíveis em adubações orgânicas em grande quantidade, e em curtos períodos de
 229 tempo (MIKOLA e SETÄLÄ, 1998; EKBLAD e NORDGREN, 2002).

230 Os teores de respiração basal (C-CO₂) apresentaram diferenças significativas
 231 (p<0,05) quanto aos tratamentos utilizados (Tabela 1). A dose de 240 m³ ha⁻¹ de
 232 biofertilizante de dejetos de suíno apresentou maior atividade microbiana comparada
 233 as doses de 120 m³ ha⁻¹ e TN, não diferindo dos demais tratamentos. Os valores de
 234 C-CO₂ ajustaram-se a uma regressão linear crescente somente para os tratamentos
 235 sem inoculante (Figura 3).



236

237 **Figura 3.** Respiração basal (C-CO₂), em resposta a diferentes doses de
 238 biofertilizantes de dejetos de suíno, sem aplicação de inoculante rizobiano. **
 239 significativo a 1% de probabilidade.

240 As altas taxas de C-CO₂ refletem o sistema de uso do solo empregado no
 241 agroecossistema, e implica em maior atividade biológica, que está diretamente
 242 relacionada com a disponibilidade de C do solo e/ou da biomassa microbiana
 243 (D'ANDRÉA et al., 2002; MERCANTE et al., 2004). Estudos realizados por Morales
 244 et al. (2011), ao avaliarem o efeito de aplicações sucessivas de dejetos de suíno (cama
 245 sobreposta e dejetos líquidos) e ureia, em uma área de sistema plantio direto,
 246 observaram um aumento nos teores de C-CO₂ de acordo com a aplicação das doses de
 247 dejetos. Corroborando com os resultados de Quadro et al. (2011), também trabalhando
 248 com dejetos líquidos de suínos encontraram teores crescentes de C-CO₂ com o aumento
 249 das doses aplicadas.

250 Outro fator para a quantificação da qualidade do resíduo aplicado sobre a
 251 microbiota do solo é o quociente metabólico (*q*CO₂), que corresponde à quantidade
 252 de CO₂ liberado por unidade de C-BMS produzida, indicando a eficiência da
 253 comunidade microbiana em incorporar carbono na biomassa ou perdê-lo para a
 254 atmosfera na forma de CO₂ (QUADROS et al., 2011). Os teores de *q*CO₂ não
 255 apresentaram diferenças significativas em relação aos tratamentos utilizados e a
 256 adição de inoculante (Tabela 1).

257 Resultados semelhantes foram observados por Sousa et al. (2014), em que avaliaram
258 as alterações nos atributos microbianos de um solo cultivado com café após aplicação
259 de diferentes doses de dejetos líquidos de suínos (0, 125, 250, 500 kg ha⁻¹ N na forma
260 de efluentes) e também não observaram resultados significativos para os teores de
261 qCO_2 .

262 Alguns autores justificam altos valores de qCO_2 , onde a população microbiana
263 passa por condições estressantes, nas quais os microrganismos gastam mais carbono
264 para sua manutenção, diminuindo a quantidade de carbono do solo, resultando em
265 uma menor eficiência na atividade microbiana (ANDERSON e DOMSCH, 1978).

266 Com relação ao quociente microbiano ($qMIC$), não foi verificada diferença
267 ($p>0,05$) significativa (Tabela 1). O quociente microbiano ($qMIC$) é a relação entre
268 carbono microbiano/ carbono orgânico total, sendo utilizado para indicar a eficiência
269 da biomassa microbiana em utilizar o carbono orgânico do solo quantificado na
270 matéria orgânica do solo (ANDERSON e DOMSCH, 1990). Resultados
271 contraditórios foram relatados por Andrade et al. (2003) e Plaza et al. (2004).
272 Sakamoto e Oba (1994) em que foram quantificados aumentos nos teores de $qMIC$
273 com a adição de resíduos de suínos no solo.

274 Para a matéria orgânica do solo (MOS), também não foi observada diferença
275 significativa ($p>0,05$) em relação aos tratamentos (Tabela 1). Estudos realizados por
276 Gomes et al. (2014) e Agostinho et al. (2014), avaliando o efeito da aplicação de
277 vinhaça (250 m³ ha⁻¹), sob diferentes espécies de adubos verdes em sucessão ao
278 feijoeiro, não verificaram incremento na MOS. Na maioria dos estudos sobre efeitos
279 de sistemas de manejo, as alterações de MOS ocorrem em médio ou em longo prazo,
280 requerendo maior tempo para ser quantificada (OLIVEIRA et al., 2001; ROSCOE et
281 al., 2006).

282 Diferentes sistemas de manejo, por sua vez, podem influenciar significativamente
283 as propriedades do solo, principalmente aquelas que influenciam no papel dos
284 microrganismos na ciclagem de nutrientes e qualidade dos solos (BALOTA et al.,
285 2011). Portanto, ressalta-se a eficiência dos indicadores microbiológicos de qualidade
286 do solo no monitoramento e avaliação das condições dos solos (KASCHUK et al.,
287 2010; GE et al., 2013), inclusive sob aplicação sucessiva de dejetos de suínos, já que

288 estes podem ocasionar modificações rápidas nos seus atributos microbiológicos
289 (COUTO et al., 2013).

290 **Conclusões**

291 As doses 120, 180 e 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos líquido de suíno
292 influenciaram positivamente nos teores de carbono da biomassa microbiana do solo
293 (C-BMS). Já para a respiração basal (C-CO₂) do solo, a dose de 240 m³ ha⁻¹
294 proporcionou aumento da atividade microbiana.

295 Em relação aos índices derivados do C-BMS, os teores de quociente metabólico
296 (*q*CO₂), quociente microbiano (*q*MIC) e matéria orgânica (MO) do solo, não foi
297 observado efeito sob a aplicação de biofertilizante e a utilização de inoculante.

298 **Agradecimentos**

299 Este trabalho foi realizado com o apoio da Fundação FUNDECT.

300 *In memoriam* ao Dr. Fabio Martins Mercante pelo apoio e conhecimento
301 proporcionado ao longo dos anos de mestrado.

302

303 **Referências**

304 AGOSTINHO, P. R.; GOMES, M. S. GOMES, S. S.; ESCOBAR, M.; SILVA, R. F.
305 Atributos biológicos do solo cultivado com feijoeiro em sucessão a plantas de
306 cobertura, com adição de vinhaça. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 4, 2014.

307 ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative
308 measurement of microbial biomass in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 10, n.
309 3, p. 215-221, 1978.

310 ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients
311 (*q*CO₂ and *q*D) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil**
312 **Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 2, p. 251-255, 1990.

313 ANDRADE, D. S.; COLOZZI FILHO, A.; BALOTA, E. L.; GILLER, K. The soil
314 Microbial Community and Soil Tillage. In: **Soil Tillage in Agroecosystems**. 2003.
315 p. 51-81.

316 BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M.
317 Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e
318 sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 641-
319 649, 1998.

- 320 BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; TRUBER, P. V. Soil enzyme activities under
321 pig slurry addition and different tillage system. **Acta Scientiarum. Agronomy**,
322 Maringá, v. 33, n. 4, p. 729-37, 2011.
- 323 BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G. P.; FREITAS, K. R.;
324 PINHEIRO, E. P. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria*
325 *brizantha* cv. *marandu* adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal**
326 **Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, 2007.
- 327 BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. Alterações no teor de
328 fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira da**
329 **Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2525-2532, 2008.
- 330 CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO,
331 W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes
332 sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p.
333 147-157, 2009.
- 334 CELA, S.; SANTIVERI, F.; LIOVERAS, J. Residual effects of pig slurry and mineral
335 nitrogen fertilizer on irrigated wheat. **European Journal of Agronomy**, v. 34, n. 4,
336 p. 257-262, 2011.
- 337 CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Ed. 2, Revista atual.
338 Embrapa-CNPQ, Rio de Janeiro. 1997, 212pp.
- 339 CONAB (Campanha Nacional de Abastecimento). Indicadores da Agropecuária.
340 SAFRAS 2011/2012. Série Históricas: Feijão total (safras 1, 2, 3). 2014. Disponível
341 em:<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_05_09_50_17_b](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_05_09_50_17_boletim_safra_-_junho-2013pdf)
342 [oletim_safra_-_junho-2013pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_05_09_50_17_boletim_safra_-_junho-2013pdf)>. Acesso em: 07 Set. de 2014. 58

- 343 COUTO, R. R.; COMIN, J. J.; SOARES, C. R. F. S.; BELLI FILHO, P.; BENEDET,
344 L.; MORAES, M. P.; BRUNETTO, G.; BEBER, C. L. Microbiological and chemical
345 attributes of a Hapludalf soil with swine manure fertilization. **Pesquisa**
346 **Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 7, p. 774-782, 2013.
- 347 CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B; DIDONET, A. D.; MOREIRA,
348 J. A. A.; LEANDRO, W. M.; Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na
349 produção orgânica de feijão e milho. II - Atributos biológicos do solo. **Revista**
350 **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.2, p.603-611, 2011.
- 351 D'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M.
352 A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo
353 na Região do Cerrado do Sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira Ciência Solo**,
354 Viçosa, v. 26p. 913-923, 2002.
- 355 EKBLAD, A.; NORDGREN, A. Is growth of soil microorganisms in boreal forests
356 limited by carbon or nitrogen availability? **Plant Soil**, v. 242, p. 115–122, 2002.
- 357 GE, T.; CHEN, X.; YUAN, H.; LI, B.; ZHU, H.; PENG, P.; LI, K.; JONES, D. L.;
358 WU, J. Microbial biomass, activity, and, community structure, in horticultural soils
359 under conventional and organic management strategies. **European Journal of Soil**
360 **Biology**. v. 58. p. 122-128. 2013.
- 361 GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S.; SANTOS, G. F.
362 Imobilização do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em plantio direto
363 e preparo reduzido do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1,
364 p. 41-50, 2009.
- 365 GOMES, M. S.; AGOSTINHO, P. R.; FORESTI, A. C.; GOMES, S. S.;
366 BATISTOTE, M. S.; SILVA, R. F. Plantas de Cobertura e seus Efeitos nos
367 Bioindicadores de Qualidade do Solo, com Adição de Vinhaça. **Cadernos de**
368 **Agroecologia**, v. 9. 2014.
- 369 JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and
370 turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Org.) **Soil biochemistry**. New York: Marcel
371 Dekker, 1981. p. 415-471. 59.
- 372 KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial
373 biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and
374 indicators for improving sustainability. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 42, p. 1–13,
375 2010.
- 376 LEITE, G. F.; CUNHA NETO, F. R.; RESENDE, A. V. Produtividade agrícola da
377 cana-de-açúcar adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciências Agrotécnicas**,
378 Lavras, v. 33, n. 1, p. 132-138, 2009.
- 379 MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e
380 atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e
381 perenes na região de Primavera do Leste/MT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
382 Viçosa, v. 27, n. 3, p. 425-433, 2003.

- 383 MERCANTE, F. M., FABRÍCIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z.; SILVA, W. M.
384 **Parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo sob sistemas**
385 **integrados de produção agropecuária.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste,
386 Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento nº 20, 27 pp.
387 2004.
- 388 MIKOLA, J.; SETÃ LÃ, H. Productivity and trophic-level biomasses in a microbial-
389 based soil food web. **Oikos**, v. 82, p. 158–168, 1998.
- 390 MORALES, D.; VARGAS, M. M.; OLIVEIRA, M. P.; TAFFE, B.; SOARES, C. R.
391 F. S.; LOVATO, P. Atividade microbiana em solos submetidos a diferentes doses e
392 formas de dejetos suínos em sistema de plantio direto. **Cadernos de Agroecologia**.
393 v. 6, n. 2, 2011.
- 394 MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2.ed.
395 Lavras: Ufla, 2006. 729p.
- 396 OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO,
397 M. G.; SCAPIM, C. A.; MUNIZE, A. S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de
398 preparo do solo na produtividade da mandioca. **Revista Brasileira de Ciência Solo**.
399 Viçosa, v. 25, p. 443-450, 2001.
- 400 OLIVEIRA, L. C.; STANGARLIN, J. R.; LANA, M. C., SIMON, D.;
401 ZIMMERMANN, A. Biomassa microbiana em cultivo de alface sob diferentes
402 adubações orgânicas e manejo da adubação verde. **Revista Brasileira de**
403 **Agroecologia**, v. 4 n. 2, 2009.
- 404 PLAZA, C.; HERNÁNDEZ, D.; GARCÍA-GIL, J. C.; POLO, A. Microbial activity
405 in pig slurry-amended soils under semiarid conditions. **Soil Biology & Biochemistry**,
406 v. 36, p. 1577-1585, 2004.
- 407 QUADRO, M. S.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; VIVIAN, G.
408 Biomassa e atividade microbiana em solo acrescido de dejetos suíno. **Revista**
409 **Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 1-4, p. 85-93, 2011.
- 410 ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.;
411 SANTOS, J. C. F. & HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa
412 da matéria orgânica. In: **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas**
413 **conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares.** Roscoe, R.;
414 Mercante, F. M.; Salton, J. C. (Ed.). Dourados, 2006. p. 163-198.
- 415 SAKAMOTO, K.; OBA, Y. Effect of fungal to bacterial biomass ratio on the
416 relationship between CO₂ evolution and total microbial biomass. **Biology and Fertility**
417 **of Soils**, v. 17, p. 39-44, 1994.
- 418 SERPA FILHO, R.; SEHNEM, S.; CERICATO, A.; SANTOS JUNIOR, S.;
419 FISCHER, A. Compostagem de dejetos de suínos. **Revista em Agronegócios e Meio**
420 **Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 47-78, 2013.

- 421 SOUSA, F. A.; SILVA, E. B.; CAMPOS, A. T.; GANDINI, A. M. M.; CORRÊA, J.
422 M.; GRAZZIOTTI, P. H. Atividade microbiana e produção da lavoura cafeeira após
423 adubação com dejetos líquidos de suínos. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 30, n.
424 4, p. 1041-1049, 2014.
- 425 TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate
426 soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration
427 procedures, **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p. 329-335. 1988.
- 428 VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for
429 measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, p. 703-
430 707. 1987.
- 431 YAGÜE, M. R.; QUÍLEZ, D. Direct and residual response of wheat to swine slurry
432 application method. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 86, n. 1, p. 161-174,
433 2010.