

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO

CULTIVO DE GIRASSOL COM APLICAÇÃO DE LODO DE
ESGOTO ATIVADO PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE
CELULOSE

JAMILE MARIA OLIVEIRA DO NASCIMENTO

CRUZ DAS ALMAS-BA
AGOSTO – 2013

CULTIVO DE GIRASSOL COM APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO ATIVADO PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE CELULOSE

JAMILE MARIA OLIVEIRA DO NASCIMENTO

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2010

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração Agricultura Irrigada e Sustentabilidade de Sistemas Hidroagrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Aureo Silva de Oliveira
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Joseane Oliveira da Silva

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

N244 Nascimento, Jamile Maria Oliveira do.
Cultivo de girassol com aplicação de lodo de esgoto
ativado proveniente de indústria de celulose: análise de
crescimento e análise nutricional / Jamile Maria Oliveira
do Nascimento._ Cruz das Almas, BA, 2013.
75f.; il.

Orientador: Aureo Silva de Oliveira.
Coorientadora: Joseane Oliveira da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais
e Biológicas.

1.Girassol – Cultivo. 2.Girassol – Matéria orgânica –
Humo. 3.Esgoto. I.Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.
II.Título.

CDD: 635.93355



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
JAMILE MARIA OLIVEIRA DO NASCIMENTO

Aureo Oliveira

Membro Presidente: Prof. Dr. Aureo Silva de Oliveira
Instituição: UFRB

Tales Miller Soares

Membro Interno do Programa: Prof. Dr. Tales Miller Soares
Instituição: UFRB

Joseane Oliveira da Silva

Membro Externo à Instituição: Profa. Dra. Joseane Oliveira da Silva
Instituição: IFBA

Homologada em / / .

A minha família: meus pais, minha irmã, por toda dedicação e amor que sempre me deram.

Dedico

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por tudo que me tens dado.

Aos meus pais Jair e Jandira pelo amor e carinho.

A minha irmã Jaqueline Maria pelo companheirismo, amor e incentivo.

Aos amigos, principalmente aqueles conquistados durante esse período, que me incentivaram, ajudaram nos momentos difíceis, em especial a Bruno Barbosa pelo seu companheirismo e dedicação.

Ao meu Orientador Prof. Aureo por sempre me ajudar.

A minha Orientadora Prof^a Joseane e seu esposo o Prof. Felizardo pela paciência e dedicação.

Ao Prof. Hans pelos ensinamentos obtidos nesse período.

Ao grande amigo Edilson pela sua presença fundamental.

Enfim a todos aqueles os quais contribuiu direta e/ou indiretamente para a realização de mais uma etapa em minha vida.

Muito obrigada!!!

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	
Abstract.....	
Introdução geral.....	01
Referências bibliográficas.....	07
Capítulo 1	
ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO GIRASSOL (<i>HELIANTHUS ANNUUS L.</i>) SUBMETIDA A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DA INDÚSTRIA DE CELULOSE	11
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão.....	21
Conclusões.....	35
Referencias bibliográficas.....	37
Capítulo 2	42
ANÁLISE NUTRICIONAL DO GIRASSOL (<i>HELIANTHUS ANNUUS L.</i>) SUBMETIDA A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DA INDÚSTRIA DE CELULOSE	
Resumo	43
Abstract	44
Introdução.....	45
Material e métodos.....	47
Resultados e discussão.....	52
Conclusões.....	59
Referências bibliográficas.....	59

CULTIVO DE GIRASSOL COM APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO ATIVADO PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE CELULOSE

Autora: Jamile Maria Oliveira do Nascimento

Orientador: Prof. Dr. Aureo Silva de Oliveira

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Joseane Oliveira da Silva

RESUMO: O girassol é uma planta de crescente interesse, devido à utilização da matéria-prima para a obtenção de biocombustíveis, ao aumento da demanda interna por óleos vegetais comestíveis de boa qualidade, seu alto valor nutricional na alimentação humana e animal, além da utilização da silagem como forrageira. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e desenvolvimento da cultura do girassol e o estado nutricional da planta e do solo pós-plantio, quando aplicado composto orgânico proveniente de indústria de celulose. Para isso foram utilizadas sementes da cultivar Hélio 251, seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro doses do composto orgânico, a testemunha e mais um tratamento adicional composto por adubação química convencional N-P-K. Foram avaliadas a massa da matéria seca do caule, da folha e do pecíolo, a área foliar, o diâmetro do caule, o número de folhas, a altura de plantas e o teor dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg na planta. A análise química foi feita em amostras de solo antes e depois do plantio em função de doses do lodo de esgoto. Assim constatou-se que para todas as variáveis estudadas, as dosagens influenciaram no crescimento das plantas em relação à testemunha, e quanto maior a dose de lodo aplicada, maior é a produção do girassol, sendo assim a adubação convencional pode ser substituída pela adubação orgânica sem prejuízo para a cultura. O teor de macronutrientes na planta não foi influenciado pelo composto orgânico. A análise química do solo foi influenciada pelas dosagens, onde a maior dose proporcionou melhorias no solo.

Palavras chave: Composto orgânico, lodo de esgoto, girassol.

GROWING SUNFLOWER WITH APPLICATION OF SEWAGE SLUDGE ACTIVATED ORIGINATED FROM CELLULOSE INDUSTRY

Author: Jamile Maria do Nascimento Oliveira

Advisor: Dr. Aureo Silva de Oliveira

Co-Advisor: Prof. Dr. Joseane Oliveira da Silva

ABSTRACT: The sunflower is a growing interest plant, essentially due to its use as raw material for the production of biofuels, increasing domestic demand for vegetable oil with good quality, high nutritional value for food and feed, and the silage used as forage. This study aimed to evaluate the growth and development of sunflower and nutritional status of the plant and soil after planting, when applied organic compound originated from cellulose industry. For this study, seeds of cultivar Hélio 251 were used, following the experimental design in randomized blocks with six treatments and four replications. Treatments consisted of four doses of the organic compound, the control and an additional treatment consisting of conventional N-P-K chemical fertilization. The variables evaluated were: dry matter of stem, leaf and petiole, leaf area, stem diameter, number of leaves, plant height and macronutrient content of N, P, K, Ca and Mg in the plant. The chemical analysis was done on soil samples before and after planting, according to the sewage sludge dose. For all variables the doses influenced on plant growth compared with the control, and the higher the dose of sludge applied, the greater is the sunflower production. In this sense, the conventional fertilization can be replaced by organic fertilization without prejudice to the culture. The macronutrient content of the plant was not influenced by the organic compound. The chemical analysis of the soil was influenced by dosage, and the highest dose provided improvements in soil.

Keywords: Organic compost, sewage sludge, sunflower

INTRODUÇÃO GERAL

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta anual, dicotiledônea, pertencente à família *Asteraceae*, originária da América do Norte. Apresenta raiz principal pivotante, inflorescência em capítulo podendo ser côncavo ou convexo e tem caule com diferentes curvaturas que são formadas na maturação (CASTIGLIONI et al., 1994). É uma oleaginosa que apresenta ampla adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, e seus rendimentos são pouco influenciados pela latitude, altitude e pelo fotoperiodismo (CASTRO et al., 1997). É uma planta de crescente interesse, como matéria-prima para a obtenção de biocombustíveis, o qual apresenta alto teor de óleo nos aquênios; ao aumento da demanda interna por óleos vegetais comestíveis de boa qualidade e alto valor nutricional na alimentação humana e animal; além da sua utilização da silagem como forrageira. Em nível mundial o girassol é a quinta oleaginosa em produção de matéria-prima, quarta na produção de farelo e terceira na produção de óleo.

Acresce-se que diversos autores como Trezzi et al. (1994) e Ungaro et al. (2000) demonstram que o girassol é uma cultura que melhora a qualidade do solo, ao promover a reciclagem de nutrientes mediante a deposição de restos culturais, favorecer a mineralização ao longo do perfil, beneficiar e representar uma boa alternativa para rotação de culturas.

Em relação à sua produção, a quantidade de água utilizada ainda não está bem definida, mas na maioria dos casos de 400 a 500 mm de chuva bem distribuída ao longo do ciclo resultam em rendimentos próximos ao potencial máximo.

A exigência nutricional do girassol varia em função da fase de desenvolvimento em que se encontra a planta. Na fase vegetativa ou ciclo inicial de desenvolvimento que ocorre até 30 dias após a emergência, o girassol necessita de poucas quantidades de nutrientes. Segundo Castro & Oliveira (2005), a maior absorção de nutrientes e água, ou seja, o maior desenvolvimento ocorre a partir desse momento até o florescimento pleno. Hooking e Steer (1983) observaram que este entretanto é o período bastante importante para definição do potencial produtivo das plantas.

A adubação química recomendada é o NPK de acordo com as análises de solo, e observando alguns trabalhos realizados com o intuito de determinar as necessidades de N, P e K nos estados produtores de girassol do Brasil, a maioria dos experimentos demonstrou que as máximas produtividades são alcançadas com quantidades de nutrientes menores que as recomendadas para as outras culturas, como soja e milho (COELHO et al., 2005). Assim para produzir uma tonelada de grãos, o girassol acumula um total de 41 kg de N; 17,1kg de P_2O_5 e 171 kg de K_2O Castro e Oliveira (2005) e Blamey et al. (1997).

O nitrogênio é o segundo nutriente mais solicitado para o girassol, o qual absorve 41 kg de N por 1000 kg de grãos produzidos, podendo ser requerido a partir da adubação quanto através de restos culturais, exportando 56% do total absorvido (CASTRO e OLIVEIRA, 2005). O excesso de N pode provocar crescimento excessivo do girassol, tornando as folhas mais sensíveis, favorecendo assim a incidência de doenças e pragas no cultivo (VRANCEANU, 1977). Entretanto, Blamey et al. (1997) argumentam que em decorrência da deficiência em N, ocorre uma redução de até 60% de seu potencial de produção, uma vez que o N é o maior limitante nutricional na produtividade do girassol.

O fósforo é um nutriente móvel no floema e se redistribui rapidamente, em especial aos tecidos novos em desenvolvimento, vegetativo ou reprodutivo, que trabalham como drenos preferenciais da planta (MALAVOLTA, 1990). É o nutriente mais exportado pelos aquênios. Muitos trabalhos experimentais têm como objetivo avaliar respostas de adubação fosfatada no Brasil, feitos em diversas condições edafoclimáticas, demonstrando a importância desse nutriente na produtividade do girassol. Em relação ao solo, geralmente a quantidade de fósforo disponível para as plantas são encontradas em baixas concentrações, isto devido ao nível de acidez dos solos onde são cultivadas as principais culturas que apresentam as maiores taxas de fixação de fósforo variáveis de acordo com a quantidade e o tipo das argilas, sendo ativadas em solos com predominância de Fe e Al (RAIJ, 1991). A forma predominante do nutriente é como íon fosfato ($H_2PO_4^-$), o qual em contato com as raízes absorve os nutrientes dependendo do volume de solo explorado pelas raízes, preferencialmente pela difusão. Absorvido na planta, o fósforo é incorporado

em compostos orgânicos, incluindo açúcares fosfatados, fosfolipídios e nucleotídeos. Seu principal ponto de entrada é através da absorção e ocorre durante a formação de ATP, o qual é a molécula de energia da célula (MALAVOLTA et al., 1997). No girassol quando não há limitação da disponibilidade do nutriente, a absorção do fósforo ocorre até o enchimento de aquênios. Na maturação a remobilização do fósforo das folhas e caule para aquênios varia de aproximadamente 30% a 60% (HOCKING e STEER, 1983). Em condições de déficit hídrico, a absorção do nutriente e seu suprimento podem ser afetados severamente, provocando a remobilização e translocação do fósforo das partes velhas para as partes mais jovens da planta.

O potássio participa de um grande número de processos biológicos da planta e apresenta alta mobilidade, sendo remobilizado das partes velhas para as mais jovens, durante o processo de senescência natural ou induzida (MALAVOLTA, 1997). Para uma boa produção de girassol, a disponibilidade de potássio deve ser média a alta devido à elevada demanda para cada tonelada de grão produzido, em torno de 171 kg ha⁻¹ de K₂O. Na parte aérea a quantidade exportada através dos aquênios na colheita é baixa, em torno de 12 kg ha⁻¹ de K₂O por tonelada produzida (CASTRO e OLIVEIRA, 2005; BLAMEY et al., 1997). Zabirole et al. (2010) constataram que o K é o nutriente absorvido em maiores quantidades, porém a redistribuição para os aquênios é baixa, indicando que grande parte do K acumulado pode retornar ao solo com a decomposição dos restos culturais.

Sabe-se que uma recomendação de adubação tem por objetivo elevar os teores dos nutrientes no solo a níveis considerados adequados para as culturas expressarem seu máximo potencial de rendimento, sempre que não existam fatores limitantes como déficit hídrico, doenças, pragas, etc. Entretanto, além da adubação química, a adubação orgânica/mineral, utilizando lodo de esgoto é uma alternativa que vem se destacando na agricultura como uma opção atrativa, do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de nutrientes. Santos et al. (2011).

Esta técnica consiste na utilização do lodo como adubo orgânico, de modo a promover a melhoria das condições do solo e apresenta-se como uma tendência mundial (LOPES et al., 2005), sendo considerada hoje como alternativa promissora de disposição final deste resíduo, devido à sua

sustentabilidade, ou seja, com a sua utilização pode-se diminuir a adubação mineral e fornecer matéria orgânica ao solo (ROCHA, 1998).

O lodo apresenta em sua composição expressivas quantidades de micronutrientes como ferro, zinco e manganês, além de baixas quantidades de cobre, boro, molibdênio e cloro. Observa-se que doses de lodo necessárias para suprir a quantidade de nitrogênio fornecem micronutrientes em quantidades adequadas para suprir as necessidades na maioria das plantas (GOMES, 2004). Assim, o lodo vem sendo disposto com frequência no solo, principalmente como condicionador e fonte de nitrogênio (BOEIRA et al., 2002), além da elevada proporção de matéria orgânica e de elementos essenciais às plantas, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais. Graças a essas características, pode vir a desempenhar importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo (NASCIMENTO et al., 2004). Neste aspecto, desempenha uma função extremamente importante na dinâmica dos solos, influenciando nas suas características físicas, químicas e biológicas (BARBOSA et al., 2004).

Os efeitos do lodo de esgoto sobre as propriedades físicas do solo condicionadas principalmente pela presença da matéria orgânica são: aumento do conteúdo de húmus, que melhora a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão (RIGOLON, 2006), com conseqüente diminuição da densidade e aumento na aeração (MELO et al., 2004). Promove, também, aumento na estabilidade dos agregados do solo, alterando sua estrutura e a capacidade de retenção de água e de nutrientes (MELO et al., 2007), com reflexos nas características e na distribuição das raízes.

Quanto aos aspectos químicos, a aplicação de lodo ao solo tem propiciado elevação dos teores de fósforo, de carbono orgânico, da fração humina da matéria orgânica, do pH, da condutividade elétrica e da capacidade de troca de cátions (NASCIMENTO et al., 2004), diminuição do teor de alumínio trocável, aumento do rendimento de matéria seca e da absorção de N, P, Ca, Mg e Zn, acarretando melhorias na estrutura do solo e atuando no complexo coloidal (ROCHA e SHIROTA, 1999; MELO et al., 1994 e BERTONCINI et al., 1998, apud RIGOLON, 2006).

Em relação aos aspectos biológicos do solo, de acordo com Melfi *et al.* (2001), a aplicação de lodo de esgoto estimula a população microbiana no solo em função da adição de nutrientes e matéria orgânica, havendo um aumento de população dos microrganismos heterotróficos e diminuição dos autotróficos.

Segundo Andreoli *et al.* (1997), a aplicação do lodo destaca-se pela viabilização da reciclagem de nutrientes, promoção de melhorias físicas, especialmente na estruturação do solo e por ser uma solução de longo alcance para a destinação do lodo.

Porém, esta prática inspira cuidados devido à grande velocidade de decomposição da matéria orgânica em ambiente de clima tropical (CARVALHO *et al.*, 1983), onde a principal limitação do uso dos lodos de esgoto seria a presença de altas concentrações de metais pesados, podendo ocasionar efeitos fitotóxicos nas culturas e/ou promover contaminação nos solos e nas águas subterrâneas. No entanto, alguns estudos conduzidos no Brasil mostram que os lodos de esgoto e alguns resíduos industriais não acarretam tal contaminação (CORRÊA & BULL, 2001; BETTIOL *et al.*, 2000), citado por (RIGOLON, 2006).

Diante as diversas alternativas de destinação final para o lodo de esgoto, a forma predominante no mundo é a reciclagem agrícola, recomendada pela Agenda 21; no entanto, essa disposição exige que o lodo apresente características químicas e biológicas que garantam a segurança ambiental e sanitária. O lodo de esgoto, quando apresenta essas características, é denominado biossólido (ANDREOLI *et al.* 2001). Biossólido é o lodo do sistema de tratamento biológico de despejos líquidos processados, o qual permitiu o seu manuseio de forma segura na utilização agrícola. A composição destes varia enormemente em função do local de origem ou da área de onde provém, se residencial ou industrial, da época do ano e do processo utilizado para a sua obtenção (SILVEIRA *et al.*, 2003).

Assim esse fertilizante organo-mineral é uma maneira racional de se desfazer destes resíduos, pois, além de eliminar materiais socialmente incômodos, aproveitam-se os elementos nutritivos e compostos orgânicos neles contidos (HERNANDO *et al.*, 1989).

O composto orgânico utilizado foi proveniente da Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria de Celulose Veracel S.A., previamente

tratado pela Empresa Vida Produtos e Serviços em Desenvolvimento Ecológico Ltda. Os materiais orgânicos, como o lodo biológico da Estação de Tratamento de Efluentes e a biomassa de eucalipto, são tratados por meio de processo de compostagem e comercializados como fertilizantes orgânicos. Outros resíduos industriais também são reaproveitados (Veracel, 2008).

O estudo avaliou as propriedades físico-químicas e biológicas do solo, analisou o estado nutricional da cultura e o comportamento das variáveis de crescimento do girassol sob efeito de diferentes manejos (diferentes doses lodo de esgoto aplicado), em comparação ao manejo convencional com adubação química. O objetivo deste trabalho é avaliar o desenvolvimento da cultura do girassol após aplicação de lodo de esgoto ativado proveniente da indústria celulósica, analisando-se os seus efeitos no solo e na planta, de modo a proporcionar benefícios econômicos e a sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; LARA, A. I.; BONET, B.; DOMAZAK, S. C. **A reciclagem agrícola de lodo de esgoto no Estado do Paraná.** In: Workshop Sul-Americano sobre usos Alternativos de Resíduos de Origem Florestal e Urbana, 1997, Curitiba. Anais Curitiba: EMBRAPACNPF/IBAMA/Universidade Federal do Paraná. p. 83-104. 1997.

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **LODO DE ESGOTOS: Tratamento e disposição final.** v.6. Belo Horizonte: UFMG/SANEPAR, 2001.

BARBOSA, G. M. C., TAVARES FILHO J., FONSECA, I. C. B. Condutividade hidráulica saturada e não saturada de Latossolo Vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, 28 (2) 403-407. 2004.

BLAMEY, F. P. C.; ZOLLINGER, R. K.; SCNEITER, A. A. **Sunflower production and culture.** In: SCNEITER, A. A. (Ed.). Sunflower Science and Technology. Madison: America Society of Agronomy, p. 595-670. 1997.

BOEIRA, R. C.; LIGO, M. A. V. & DYNIA, J. F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1639-1647, 2002.

CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. **Levantamento de solos da Fazenda Experimental Lageado - Estação Experimental "Presidente Medici".** Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 95p. 1983. (Boletim Científico, 1).

CASTIGLIONI, V. B. R., BALLA, A., CASTRO, C., SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta do girassol.** Documentos, EMBRAPA-CNPSO. N.58, 24 p. 1994.

CASTRO, C. *et al.* 1997. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 36 p. 1997. (EMBRAPA – CNPSo. Circular Técnica, 13).

CASTRO, C., OLIVEIRA, F. A. **Nutrição e Adubação do Girassol**. In: Girassol no Brasil. EMBRAPA – SOJA, Londrina, PR, p. 317–374. 2005.

COELHO, A. M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). **Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 610-658. 2005.

GOMES, S. B. V. **Utilização agrícola de lodo de esgoto para a cultura do milho: efeitos no solo e na planta**. 54 p. (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. 2004.

HERNANDO, S.; LOBO, M.C. & POLO, A. **Effect of the application of a municipal refuse compost on the physical and chemical properties of a soil**. *Sci. Total Environ.*, 81:589- 596, 1989.

HOCKING, P.J.; STEER, B.T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annus* L.) during growth. **Field Crops Research**, v.6, p.93-107, 1983.

LOPES, J. C.; RIBEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. G.; BERALDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.143-147, 2005.

MALAVOLTA, E. **Pesquisa com nitrogênio no Brasil - passado, presente e perspectivas**. In: Simpósio Brasileiro sobre Nitrogênio em Plantas 1., Itaguaí, 1990. *Anais*. Itaguaí, Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, p.89-177. 1990.

MALAVOLTA, E., VITTI G. C., OLIVEIRA S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional.** 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos. 319 p. 1997.

MELFI, A.J., MONTES, C.R. **Impacto dos biossólidos sobre o solo**, cap.9 In: Biossólidos na Agricultura, 468 p, 2001.

MELO, V.P.; BEUTLER, A. N.; SOUZA, Z. M.; CENTURION, J. F.; MELO, W. J. **Atributos físicos de latossolos adubados durante cinco anos com biossólido.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.1, p.67-72, 2004.

MELO, W.J.; AGUIAR, P.S.; MELO, G.M.P & MELO, V.P. **Nickel in a tropical soil treated with sewage sludge and cropped with maize in a long-term field study.** Soil Biol. Biochem., 39:1341-1347, 2007.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. **Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Ciência de Solo, v.28, n.2, p.385-392, 2004.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, 343p. 1991.

ROCHA, T.R. **Utilização do lodo de esgoto na agricultura: um estudo de caso para as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo. 1998.

RIGOLON, C. M. **Espécies vegetais de cobertura e resíduos industriais e urbanos na cultura da soja em sistema de semeadura direta.** Mestrado em Agronomia (Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, 90 f. 2006.

SANTOS, C. H.; FILHO, H. G.; SANTOS, J. C.; PENTEADO, B. B. Fertilidade do solo e nutrição de tangerineiras 'Ponkan' manejados com resíduos sólidos e adubação química. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.

v.15, n.1, p.75–83. Campina Grande, PB, UAEA/UFMG – <http://www.agriambi.com.br>. 2011.

SILVEIRA, M. L. A.; ALLEONI, L. R. F.; GUILHERME, L. R. G. **Biosolids and heavy metals in soils**. *Sci. Agri. (Piracicaba, Braz.)* vol. 60. n. 4 Piracicaba Oct/Dec. 2003.

TREZZI, M.M.; SILVA, P.R.F. & ROCHA, A.B. **Sistemas de cultivo de milho em consórcio de substituição e em sucessão a girassol**. *Ciência Rural*, 24:495-499, 1994.

UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Campinas: Instituto Agronômico, 36 p. 2000.

VRANCEANU, A.V. **El Girasol** . Madrid, Mundi-Prensa, 379p. 1977.

ZABIOLE, L.H.S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A. & OLIVEIRA JÚNIOR, A. **Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol**. Viçosa, MG. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 34:425-433, 2010.

CAPÍTULO 1

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO GIRASSOL SUBMETIDO A DOSES DE
COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE CELULOSE**

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO GIRASSOL SUBMETIDO A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE CELULOSE

Autora: Jamile Maria Oliveira do Nascimento

Orientador: Prof. Dr. Aureo Silva de Oliveira

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Joseane Oliveira da Silva

RESUMO: Objetivou-se avaliar o crescimento e o desenvolvimento da cultura do girassol submetida a doses de composto orgânico proveniente de indústria de celulose. Foram avaliadas: as massa da matéria seca do caule, da folha e do pecíolo, área foliar, diâmetro do caule, número de folhas e altura de plantas em função de doses de adubo orgânico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de aplicação de quatro doses do composto orgânico e uma testemunha, onde T1: 0 t ha⁻¹ (testemunha); T2: 20 t ha⁻¹; T3: 40 t ha⁻¹; T4: 60 t ha⁻¹ e T5: 80 t ha⁻¹, mais um tratamento adicional (T6), a adubação química convencional N-P-K na formulação de 20, 70 e 50 kg ha⁻¹ de uréia, superfostato simples e cloreto de potássio, no plantio, definida conforme análise do solo, e aplicação de 40 kg de N/ha aos 40 dias após a emergência. Cada parcela ocupou uma área total de 16 m² (4 m x 4 m), com quatro linhas de plantas, espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, com irrigação por gotejamento. Análises estatísticas foram realizadas utilizando o SAS, mediante análise de variância e de regressão. tendo como variável independente as doses do composto orgânico. Os resultados analíticos foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para todas as variáveis estudadas, as dosagens influenciaram o crescimento das plantas em relação à testemunha, sendo que o tratamento químico foi o mais inferior. As plantas de girassol apresentaram os melhores resultados na dose 80 t ha⁻¹(T5), o que significa que, quanto maior a dose de lodo aplicada, maior é a produção do girassol para os tratamentos estudados Assim, conclui-se que a adubação orgânica influencia positivamente no desenvolvimento e crescimento do girassol podendo ser substituída pela adubação orgânica sem prejuízo para a cultura.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, crescimento, desenvolvimento.

GROWTH ANALYSIS OF SUNFLOWER SUBMITTED TO DOSES OF ORGANIC COMPOUND ORIGINATED FROM CELLULOSE INDUSTRY

Author: Jamile Maria do Nascimento Oliveira

Advisor: Dr. Aureo Silva de Oliveira

Co-Advisor: Prof. Dr. Joseane Oliveira da Silva

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the growth and development of sunflower subjected to different doses of organic compound originated from the cellulose industry. The variables evaluated were: the dry weight of stem, leaf and petiole, leaf area, stem diameter, number of leaves and plant height in function of the amount of organic fertilizer. The experimental design was randomized blocks with six treatments and four replications. The treatments consisted of four doses of the organic compound and a control, being T1: 0 t ha⁻¹ (control); T2: 20 t ha⁻¹; T3: 40 t ha⁻¹; T4: 60 t ha⁻¹ and T5: 80 t ha⁻¹, an additional treatment (T6), the conventional chemical fertilizer N-P-K formulation of 20, 70 and 50 kg ha⁻¹ of urea, simple superphosphate and potassium chloride at planting, as defined analysis the ground, and application of 40 kg N/ ha⁻¹ after 40 days after emergence. Each plot occupied a total area of 16 m² (4 m x 4 m) with four rows of plants spaced 1.0 m between rows and 0.20 m between plants with drip irrigation. Statistical analyzes were performed using SAS through analysis of variance and regression, being independent variable the doses of the organic compound. The analytical results were submitted to analysis of variance, and the means were compared by Dunnett's test at 5% probability. For all variables, the doses influenced plant growth compared with the control, and chemical treatment was the lowest. The sunflower plants showed the best results at a dose 80 t ha⁻¹ (T5), which means that the higher the dose of slurry applied, the greater is the production of sunflower studied. In this sense, the fertilization organic positively influence the development and growth of the sunflower can be replaced by organic manure without harming the crop.

Keywords: Sewage sludge, growth, development.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta que apresenta ampla adaptabilidade em diferentes condições edafoclimáticas (MONOTTI, 2004). Pertencente à ordem Synandrales, família *Asteraceae*, é originária da América do Norte, sendo considerada a quarta oleaginosa mais consumida no mundo, ficando atrás da soja, palma e canola. Seu ciclo vegetativo é curto variando de 90 a 130 dias, dependendo do cultivar, da época de plantio, das condições ambientais características de cada região, do ano, sendo adaptável a diferentes tipos de solos e com clima pouco favorável (UNGARO et al., 2000; EMBRAPA, 2010). O caule do girassol é ereto, geralmente não ramificado, com altura entre 1,0 e 2,5 m e número de folhas por planta entre 20 e 40. A inflorescência do girassol é tipo capítulo e sua semente é chamada de aquênio, constituído de pericarpo (casca), mesocarpo e endocarpo (amêndoa) (VIANA, 2008).

No Brasil, a área cultivada é de aproximadamente 77.883 ha, destacando como principal região produtora o Centro-Oeste, em especial os Estados do Mato Grosso e Goiás (IBGE, 2010).

O interesse pelo seu cultivo vem crescendo consideravelmente por ser uma planta tolerante à seca, ao frio e ao calor, que se adapta a diferentes condições edafoclimáticas, quando comparado com outras espécies de oleaginosas, podendo ser cultivada em todos os Estados nacionais (PORTO et al., 2007 e LEITE et al., 2007).

Além das importâncias agrônômicas, o girassol pode também ser utilizado na alimentação humana e animal, suas flores podem ser utilizadas na ornamentação, e em regiões produtoras de grãos é utilizado como alternativa econômica em consórcio como segunda cultura, por promover reciclagem de nutrientes e por ter raízes do tipo pivotante, com uma combinação entre raízes grossas e finas, as quais em solos bem desenvolvidos podem atingir profundidade superior a dois metros, contribuindo para tolerar as irregularidades pluviais e a captação de água em profundidade (QUEIROGA, 2011). A matéria orgânica deixada no solo juntamente com as hastes e folhas,

são utilizadas como cobertura morta, originam material para forração e promovem uma adubação verde de qualidade

O girassol é recomendado para rotação de culturas por proteger os solos contra a erosão e a infestação de plantas invasoras, sucedendo à soja e/ou o milho. Por ser uma oleaginosa de excelente qualidade é utilizada como fonte de energia renovável para produção dos bicompostíveis, além de inserir a agricultura familiar na produção de agroenergia, impulsionado pela criação do Programa Nacional de Biodiesel (SILVA et al., 2001).

2. O lodo de esgoto e sua importância

A preocupação com o destino do resíduo final do lodo de esgoto tem se tornado um dos grandes problemas da atualidade, sendo o acúmulo de elementos tóxicos devido às sucessivas deposições em solos agricultáveis o mais preocupante em relação à segurança ambiental necessária para viabilizar esta prática.

Esses resíduos podem desempenhar um importante papel no desenvolvimento e produção da cultura, melhorando a fertilidade do solo, substituindo ainda que parcialmente os adubos minerais (NASCIMENTO et al., 2004).

Estudos comprovam os benefícios que o lodo de esgoto promove em algumas culturas, podendo ser utilizada substituindo a adubação convencional da cultura. Segundo Corrêa et al. (2010) em várias espécies de plantas a adubação orgânica tem se mostrado eficiente na produção, isso porque melhora as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo. A adubação orgânica a partir do uso de resíduos de origem animal ou vegetal visa o aumento da produtividade no cultivo de plantas (RIBEIRO et al., 1999).

Lopes e Guilherme (1990) observaram que o adubo orgânico exerce efeitos promotores de crescimento em plantas, bem como aumento na produtividade e na fitomassa (SANTOS et al. 1994; MING, 1998; MAIA, 2006), fato esse atribuído pelos autores ao aumento na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas, devido a melhoria nas condições do solo, tais como retenção de água e nutrientes.

O cultivo de oleaginosas com composto orgânico proveniente de indústria celulósica tem como benefício a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (COSTA, 1994), melhorando características como, a retenção de água, o aumento da capacidade da troca catiônica, da atividade microbiana, da fertilidade, da agregação do solo.

Níveis crescentes de lodo de esgoto no cultivo do girassol aumentam a produtividade tanto de grãos quanto de massa da matéria seca e rendimento de óleo segundo Lobo e Grassi Filho (2007). Em alguns casos, os aumentos na produtividade são iguais ou superiores aos da adubação química recomendada para a cultura (SILVA et al., 2001).

A utilização de lodo de esgoto, juntamente com fertilizante mineral na cultura do girassol, mostra que o mesmo pode ser utilizado como fonte de N sem prejuízo na produção agrícola quando comparado à adubação mineral (DESCHAMPS e FAVARETTO, 2007).

A análise de crescimento é muito importante por ser uma medida sequencial da acumulação da matéria orgânica. Sua determinação é realizada pela avaliação do acúmulo de massa de matéria seca da planta e do crescimento da área foliar. Esta determinação é importante porque as folhas são os principais órgãos responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese (CORRÊA et al., 2010).

Fernandes et al. (2009), estudando diferentes formas de adubações, verificaram que o diâmetro do caule e o número de folhas na mamoneira cv BRS Nordestina foram maiores sob adubação orgânica do que com adubação química. Segundo Mundstock e Zagonel (1994), o girassol responde à maior disponibilidade de nitrogênio no solo, aumentando a área foliar.

O presente trabalho tem como objetivo estudar os efeitos da aplicação de lodo de esgoto proveniente de indústria celulósica no cultivo do girassol no desenvolvimento e parâmetros de crescimento: área foliar (AF), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e massa da matéria seca da parte aérea (MS).

Por possuir elevado níveis de elementos tóxicos, é necessário obter cuidados com a quantidade de doses de lodo aplicada ao solo afim de evitar possíveis contaminações.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental de fruticultura do Centro de Profissionalização de Fruticultores da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), localizada no município de Conceição do Almeida-BA (12°46'46" Sul, 39°10'12" Oeste, 216 m). O clima da região é do tipo tropical seco a subúmido pertencente à classe Am pela classificação de Köppen, com pluviosidade média anual de 1117 mm, temperatura média de 24,5°C e umidade relativa média de 80% (ALMEIDA, 1999).

O solo é classificado como Latossolo Amarelo álico coeso A, moderado, textura franco-argilo-arenosa e relevo plano (REZENDE, 2000). Antes da implantação do experimento, o solo foi descrito quanto às características químicas (Tabela 1), conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

Tabela 1. Análise química do solo antes da implantação do experimento na profundidade de 0,20 m da área experimental no município de Conceição do Almeida/BA

pH _{H2O}	P mg/dm ³ Mehlich	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V	M.O
		----- cmol _c /dm ³ -----								%	g/dm ³
5,55	6	0,08	1,0	0,9	0,1	2,0	0,10	2,08	4,08	50,98	21,5

P- fósforo; K- potássio; Ca- cálcio; Mg- magnésio; Al- alumínio; H+Al- acidez potencial; Na- sódio; S- Soma de bases; CTC- Capacidade de troca catiônica; V- saturação por bases; M.O - matéria orgânica.

A cultura utilizada foi o girassol (*Helianthus annuus*) cultivar HELIO-251, fornecida pela empresa Heliagro do Brasil Ltda. Foi escolhido este híbrido por ser um material altamente produtivo (grãos), muito adaptável à região (LOBO e GRASSI FILHO, 2007).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de um tratamento testemunha, T1: 0 t ha⁻¹, sem dose do lodo de esgoto e mais quatro tratamentos com diferentes doses do composto (lodo de esgoto oriundo de indústria de celulose) (Tabela 2), sendo; T2: 20 t ha⁻¹; T3: 40 t ha⁻¹; T4: 60 t

ha⁻¹ e T5: 80 t ha⁻¹, que foram incorporados mecanicamente ao solo 15 dias antes do plantio e mais um tratamento (T6) de adubação química convencional, o qual consistiu da aplicação localizada de N, P e K nas doses 60, 70 e 50 kg ha⁻¹ na forma de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente, de acordo com análise química do solo (Tabela 1). O nitrogênio foi aplicado 20 kg ha⁻¹ no plantio e 40 kg ha⁻¹ aos 40 DAE, a fim de verificar as possíveis diferenças entre esses dois tipos de adubação (orgânica e mineral). Aos 40 DAE aplicou-se em cobertura o boro (B) na dose 5,8 kg ha⁻¹, na forma de ácido bórico em todos os tratamentos, segundo recomendações de adubação para a cultura do girassol nesse solo (CFSEMF, 1999).

Tabela 2. Características químicas do lodo de esgoto oriundos da Indústria de celulose Veracel e Vida e desenvolvimento ecológico Ltda, utilizado no experimento.

Comp. orgânico	pH	Ca	Mg	K ₂ O Total	P ₂ O ₅ Total	C	N	Umid	MO	Fe	Zn	Cu	Mn
		-----g/dm ³ ---		-----%-----		---mg/dm ³ ---		%		-----mg/dm ³ -----			
Lodo de esgoto	6,4	2,7	0,23	0,18	1,44	27,3	1,8	1,07	50,6		159	25	145

Ca- cálcio; Mg- magnésio, K₂O- óxido de potássio; P₂O₅- pentóxido de fósforo; C-carbono; N- nitrogênio; Umid-umidade; MO- matéria orgânica; Fe- ferro; Zn-zinco; Cu- cobre; Mn- manganês

O preparo do solo consistiu de aração e gradagem em toda área. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de plantio, sendo as duas centrais consideradas linhas úteis, onde foram efetuadas as avaliações, e as duas linhas restantes usadas como bordadura. Desta forma, cada parcela ocupou uma área total de 16 m² (4 m x 4 m), com quatro linhas de plantas, espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, perfazendo um total de 80 plantas/parcela para uma população total de 34.846 plantas ha⁻¹.

No plantio utilizaram-se três sementes distribuídas manualmente nos sulcos a cada 0,20 m, em cada uma das quatro linhas de cada parcela. Aos 10 DAE, procedeu-se o desbaste para ajuste da população de plantas, deixando-se cinco plantas por metro, com seleção visual daquelas mais vigorosas. (Figura 1).

Foram utilizadas as práticas culturais e o controle fitossanitário de acordo com as recomendações para o cultivo comercial do girassol, porém,

não houve a necessidade de aplicação de defensivos, devido à pouca insedencia de insetos e moléstias.



Figura 1. A-D preparo do solo; E-F sistema de irrigação; G-L desenvolvimento da cultura do girassol.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, do tipo mangeira com gotejador embutido e o espaçamento entre os emissores 0,20 cm, sendo um emissor/planta, com vazão de 1,6L/h, tendo um total 1.920 gotejadores. Alâmina aplicada foi 500mm, o critério adotado na definição da lâmina de irrigação por sistema de gotejamento aplicado aos seis tratamentos baseou-se na evapotranspiração estimada a partir de um Tanque Classe A, pluviômetro e miniestação meteorológica automática na área experimental, para monitoramento das condições meteorológicas. A umidade do solo foi

monitorada por tensiômetros. Todo experimento recebeu uma única lâmina de irrigação.

Na análise de crescimento do girassol considerou-se as seguintes variáveis: número de folhas (NF), altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF) e massa de matéria seca (MS), avaliadas em diferentes épocas de plantio. Essas avaliações foram realizadas sempre em duas plantas previamente selecionadas e identificadas por parcela.

A determinação do número de folhas foi realizada a cada sete dias a partir de 31 DAE, considerando-se as folhas que apresentaram comprimento mínimo de 0,03 m na época das leituras e encontravam-se sadias. A altura da planta foi registrada medindo-se com trena graduada em milímetros a distância entre o colo e a extremidade superior da haste principal da planta. O diâmetro caulinar foi medido sempre a 0,05 m do colmo das plantas, com o auxílio de um paquímetro. A área foliar foi estimada através da medida do comprimento da folha através do modelo: $AF = 1,7582 L^{1,7067}$ ($R^2 = 0,983$), proposto por Maldaner et al. (2009). A massa de matéria seca foi determinada na análise destrutiva, a planta foi separada em caule, folha e capítulo e colocada em estufa a 65 - 70°C por 24 horas e pesada em balança digital. Aos 87 DAE foram colhidas apenas as 48 plantas que estavam identificadas, e aos 90 DAE foram colhidas as plantas restantes na área experimental.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS, mediante análise de variância e análise de regressão tendo como variável independente as doses do composto orgânico. Na análise de regressão foram escolhidas as equações de maior grau significativo, o coeficiente de determinação (R^2) representa quanto da variação na resposta é explicada pela regressão. Os resultados analíticos foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5% por ser um teste o qual pode comparar fatores qualitativos com quantitativos e análise de regressão somente com as doses de lodo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise de variância para as variáveis: área foliar (AF), número de folhas (NF) e altura de plantas (AP) de girassol. Houve efeito significativo para os fatores isolados, tratamentos e época ao nível de 5% de probabilidade. Para a variável área foliar (AF) houve também um efeito significativo para a interação dose de lodo de esgoto – NPK, e para a variável altura de planta (AP) houve efeito significativo para o fator isolado bloco.

Tabela 3. Resumo da análise de variância da área foliar (AF), número de folhas (NF) e altura de plantas (AP) de girassol aos 31, 40, 47 e 54 dias após a emergência (DAE) em função da adubação orgânica

FONTE DE VARIÇÃO	GL	QM		
		ÁREA FOLIAR (cm ²), NÚMERO DE FOLHAS e ALTURA DE PLANTA (cm)		
		AF	NF	AP
BLOCO	3	20082,3620 ^{ns}	12,7248264 ^{ns}	2161,77836 ^{**}
TRAT	5	34959,4568 ^{**}	50,3713542 ^{**}	2108,44628 ^{**}
LODO	4	34838,9068 [*]	62,6765625 ^{**}	2610,31513 ^{**}
LODO*NPK	1	35441,65665 [*]	1,15052083 ^{ns}	100,9708802 ^{ns}
ERRO (a)	15	7606,5050	12,372743	150,8938
EPOCA	3	69916,3591 ^{**}	517,433160 ^{**}	39899,0603 ^{**}
TRAT*EPOCA	15	1526,7494 ^{ns}	2,456076 ^{ns}	40,5557 ^{ns}
ERRO	54	1491,4571	3,211516	51,1188
TOTAL	95			
CV (%)		12,82654	7,306806	7,171289

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; QM = quadrado médio; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

A área foliar foi influenciada positivamente pela dosagem do lodo, como se observa na Figura 2, provavelmente devido ao alto teor de matéria orgânica rica em N. Esta afirmativa está de acordo com os resultados encontrados por Mundstock e Zagonel (1994), que concluíram que o girassol responde à maior

disponibilidade de nitrogênio no solo, aumentando a área foliar. O nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento das plantas, onde é transformado em composto orgânico, acumulando-se nas folhas e caules para depois ir para o grão.

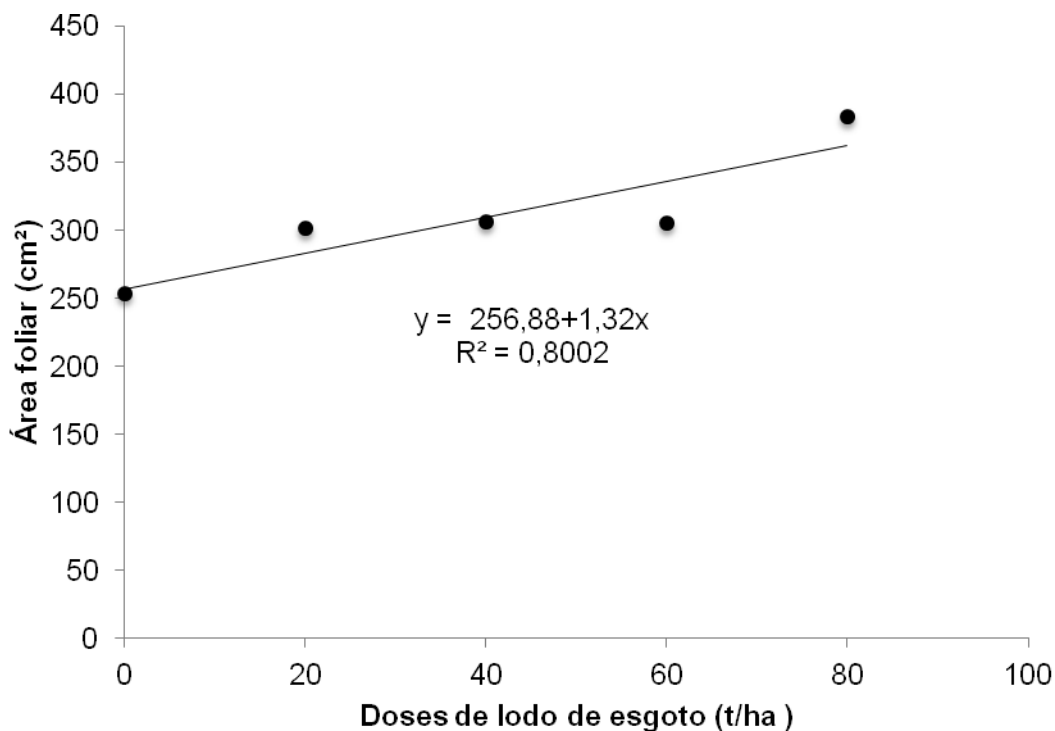


Figura 2. Área foliar do girassol em função das doses de lodo de esgoto.

O número de folhas por planta foi crescente em resposta ao aumento das doses de lodo (Figura 3). Este parâmetro de produção está associado à quantidade de N colocado a disposição da planta (MALAVOLTA et al., 1997), podendo-se observar que o tratamento que recebeu uma maior quantidade de lodo de esgoto (T5) apresentou um maior número de folhas. Em relação às folhas, sabe-se que uma quantidade suficiente de nitrogênio promove um bom desenvolvimento foliar antes da floração (ORDONEZ, 1990) e que a posição das mesmas determina o aproveitamento da luz numa determinada população, afetando a taxa de fotossíntese (SALISBURY e ROSS, 1992; BRUGINSKI, 2004).

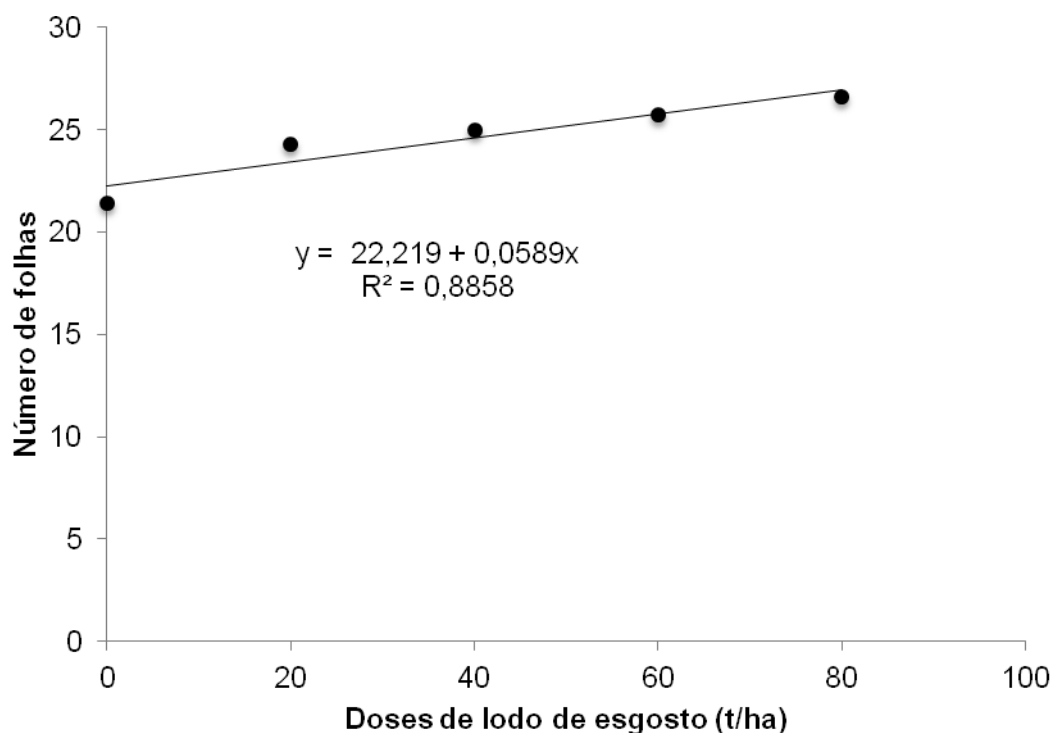


Figura 3. Número de folhas em função das doses de lodo de esgoto.

O aumento da dose de lodo proporcionou aumento linear na variável altura de planta (AP), como se observa na Figura 4. Esta maior altura está associado à melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo por meio da incorporação do lodo no mesmo. A maior produtividade observada foi com a maior dose aplicada e a menor foi no tratamento sem adubação (testemunha). Resultados semelhantes foram observados por Lobo e Grassi Filho (2007) em um Latossolo Vermelho Escuro da região de Botucatu-SP, estudando diferentes níveis de lodo na produtividade do girassol.

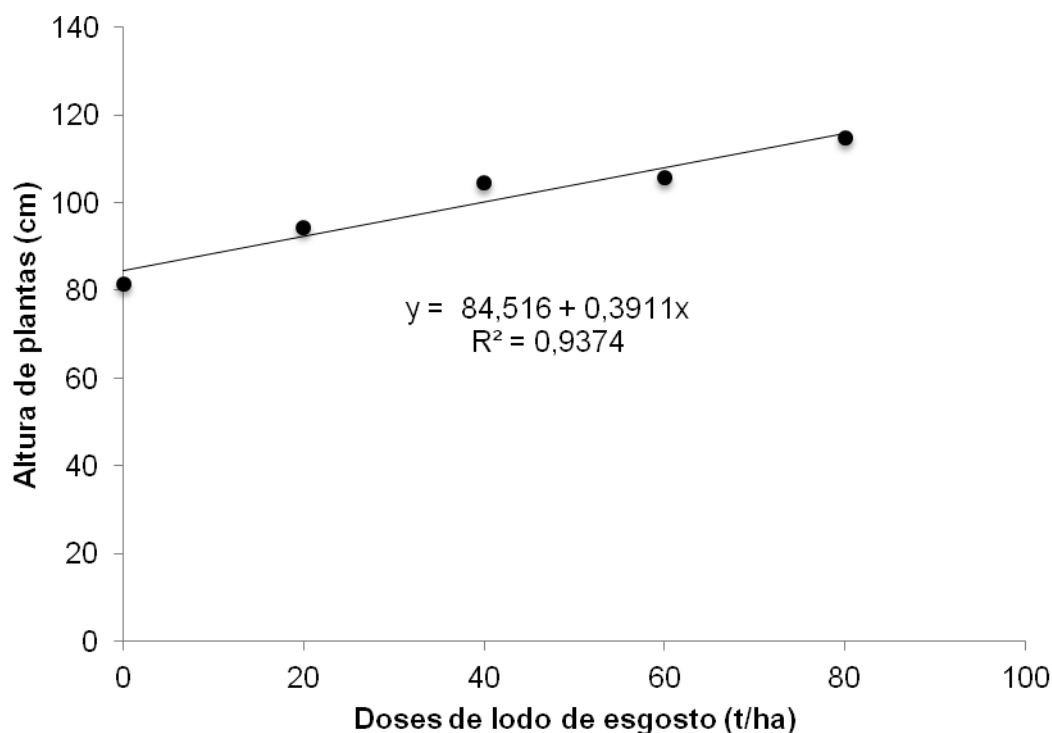


Figura 4. Altura de plantas de girassol em função das doses de lodo de esgoto.

A análise de regressão evidenciou efeito crescente no que se refere à utilização do lodo de esgoto, designando que há melhores resultados de área foliar (AF), número de folhas (NF) e altura de plantas (AP) para os tratamentos que receberam maiores níveis do lodo, sendo a dose determinada 80 t ha^{-1} a mais indicada. Isto demonstrando que a utilização do lodo de esgoto influencia sobre o crescimento e desenvolvimento do girassol, como já informado por Lopes e Guilherme (1990) e Wolanski et al. (2006), que relataram que o lodo exerce efeitos promotores de crescimento das plantas. Assim, Leslie (1970) e Mays, Terman, Dygan (1973) e Silva et al. (2001) relataram que o crescimento vegetativo e a produção de grãos de várias culturas, em solos tratados com lodo, foram iguais ou superiores aos das mesmas plantas desenvolvidas em solos adubados com fertilizantes minerais.

Deschamps e Favaretto (1997) estudando o comportamento do lodo de esgoto em girassol observaram que o mesmo pode ser utilizado substituindo a quantidade de N recomendada sem prejuízo na produtividade quando comparado à adubação mineral, na cultura do girassol. Defelipo et al. (1991), relatou que alguns trabalhos têm mostrado aumentos na produção de matéria

seca e de grãos por espécies de interesse agrônomo cultivado em solos tratados com lodo de esgoto. Gomes (2004), observou aumento na produtividade e nos teores de N em milho cultivadas em solos adubados com lodo. Isso se deve de forma geral, à baixa relação Carbono: Nitrogênio do solo, onde o lodo de esgoto pode fornecer nitrogênio para as plantas em quantidades proporcionais às doses aplicadas em virtude da rápida mineralização do N orgânico (GILMOUR e SKINNER, 1999). Entretanto apesar disso, a complementação potássica é frequentemente apontada como imprescindível para a obtenção de boas produções (SILVA et al., 2001), uma vez que o resíduo é pobre neste elemento.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise de variância para diâmetro do caule (DC) das plantas de girassol, verificando um efeito significativo para o bloco, tratamento, doses do lodo e época.

Tabela 4. Resumo da análise de variância do diâmetro do caule de plantas de girassol aos 40, 47 e 54 dias após a emergência (DAE) em função da adubação orgânica

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QM
		DIÂMETRO DO CAULE (cm)
BLOCO (B)	3	0,41188657**
TRAT	5	0,45053472**
LODO	4	0,51704167**
LODO*NPK	1	0,18450694 ^{ns}
ERRO (a)	15	0,08171991 ^{ns}
ÉPOCA	2	0,11607639**
TRAT*ÉPOCA	10	0,00965972 ^{ns}
ERRO	36	0,01633102 ^{ns}
TOTAL	71	
CV (%)		7,901320

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

É possível verificar que a aplicação do lodo de esgoto favoreceu ao aumento do diâmetro do caule, independente da época de avaliação, ajustando-se a equação de regressão linear, como se observa na Figura 5. Para o diâmetro do caule, observam-se valores crescentes até o tratamento 3 (40 kg.ha^{-1}), seguido de decréscimo no tratamento 4 (60 kg.ha^{-1}) e crescimento no tratamento 5 (80 kg.ha^{-1}). Estes resultados demonstram que o diâmetro do caule é uma variável de crescimento que pode variar conforme o estado nutricional das plantas e com condições ambientais.

Resultados similares foram encontrados por Lobo e Grassi Filho (2009) estudando o lodo de esgoto para a variável diâmetro do caule em girassol, observando que tratamento com dose de 100 kg.ha^{-1} de lodo foram superiores aos tratamento com doses de 50 kg.ha^{-1} de lodo e tratamento com dose de 50 kg.ha^{-1} de N mineral. Isso comprova que aumento na dose do lodo, proporciona aumento no diâmetro do caule.

Bezerra et al. (2005) analisando o crescimento do algodão colorido sob os efeitos da aplicação de água residuária e bio-sólidos no solo, como fertilizante, verificou que tanto o bio-sólido como o esgoto tratado promoveram diferenças significativas, a 1% de probabilidade, para as variáveis: altura de planta (AP), ao diâmetro caulinar (DC) e à área foliar por planta (AFP) avaliadas nas diferentes épocas de amostragem. Tais efeitos podem ser explicados pela elevadas doses de Nitrogênio e alto teor de matéria orgânica, presentes tanto na água de irrigação (esgoto tratado) quanto no fertilizante (lodo de esgoto). Os autores relatam também que as variáveis analisadas aumentaram com a dose de lodo de esgoto em todas as épocas avaliadas.

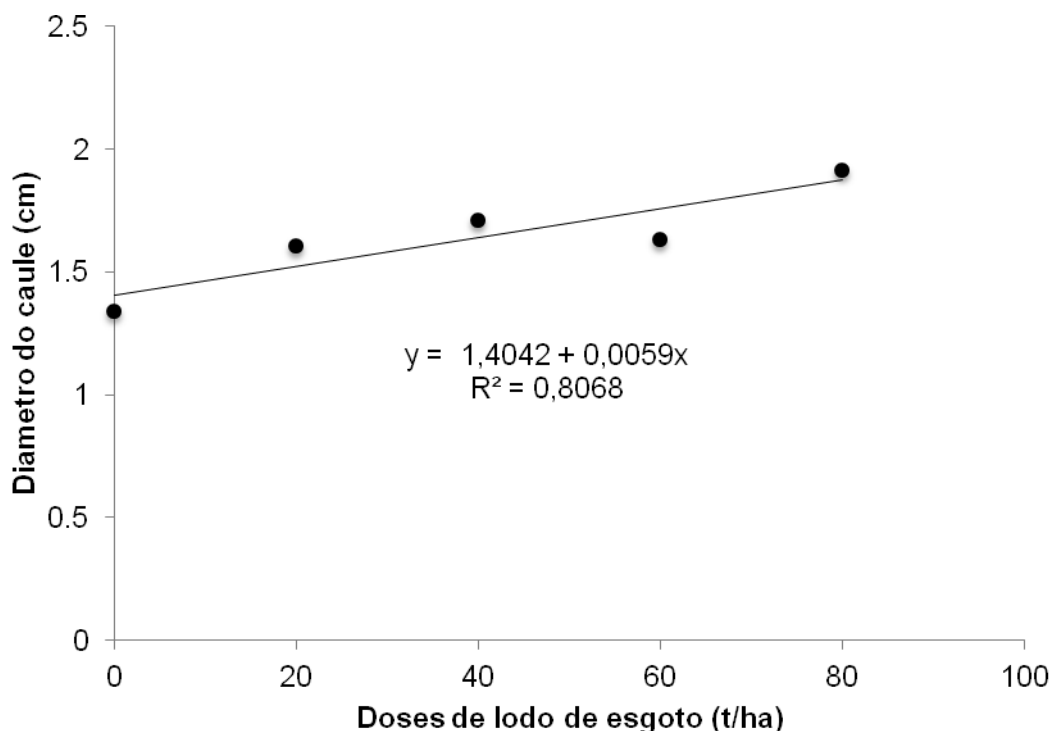


Figura 5. Diâmetro do caule da planta de girassol em função das doses de lodo de esgoto.

Fernandes et al. (2009) estudando o crescimento da mamoneira, cv. BRS Nordestina, sob diferentes formas de adubação, verificaram que o diâmetro do caule e o número de folhas também foram maiores sob adubação orgânica do que com adubação química.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da análise de variância para a massa da matéria seca do caule (MSC) e massa da matéria seca da folha (MSF) das plantas de girassol. Houve efeito significativo apenas para os fatores isolados: bloco, tratamento, doses de lodo e época ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Resumo da análise de variância da massa da matéria seca do caule (MSC) e das folhas (MSF) de plantas de girassol aos 31, 40, 47, 54, 61 e 87 dias após a emergência (DAE) em função da adubação orgânica

FONTE DE VARIÇÃO	GL	QM	
		Massa seca (g)	
		MSC	MSF
BLOCO (B)	3	34831,220**	5138,2194*
TRAT	5	24759,090**	11116,0285**
LODO	4	30101,489**	13324,0915**
LODO*NPK	1	3389,496661 ^{ns}	2283,776300 ^{ns}
EPOCA	5	302878,244**	155750,7189**
TRAT*EPOCA	25	5976,033 ^{ns}	3567,8722 ^{ns}
ERRO	105	3423,346 ^{ns}	1381,377 ^{ns}
TOTAL	143		
CV (%)		41,66771	40,40668

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

A análise de regressão evidenciou efeito crescente em função das doses, demonstrando que há maiores valores de massa de matéria seca do caule (MSC) para os tratamentos que receberam maiores níveis de adubação orgânica, como se verifica na Figura 6.

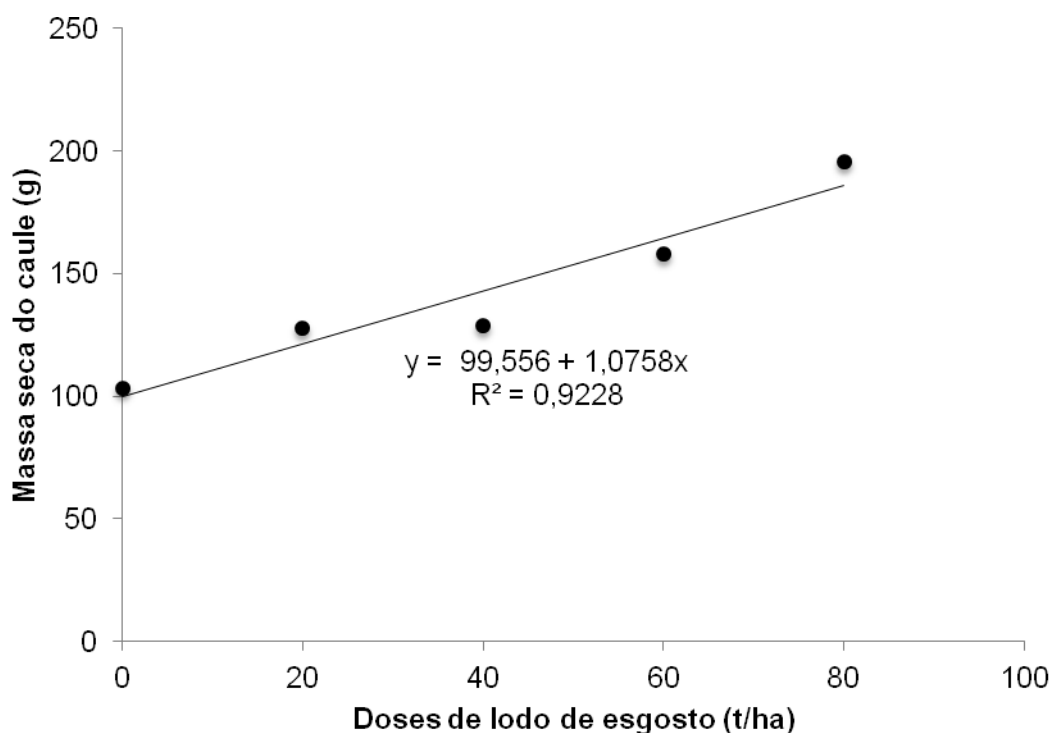


Figura 6. Massa seca do caule de plantas de girassol em função das doses de lodo de esgoto.

Na Figura 7, a análise de regressão evidenciou efeito linear no que se refere a massa seca da folha (MSF), mostrando que há melhores resultados para os tratamentos que receberam maiores níveis de adubação orgânica, ou seja o aumento da dose de lodo proporcionou o aumento na massa seca da folha.

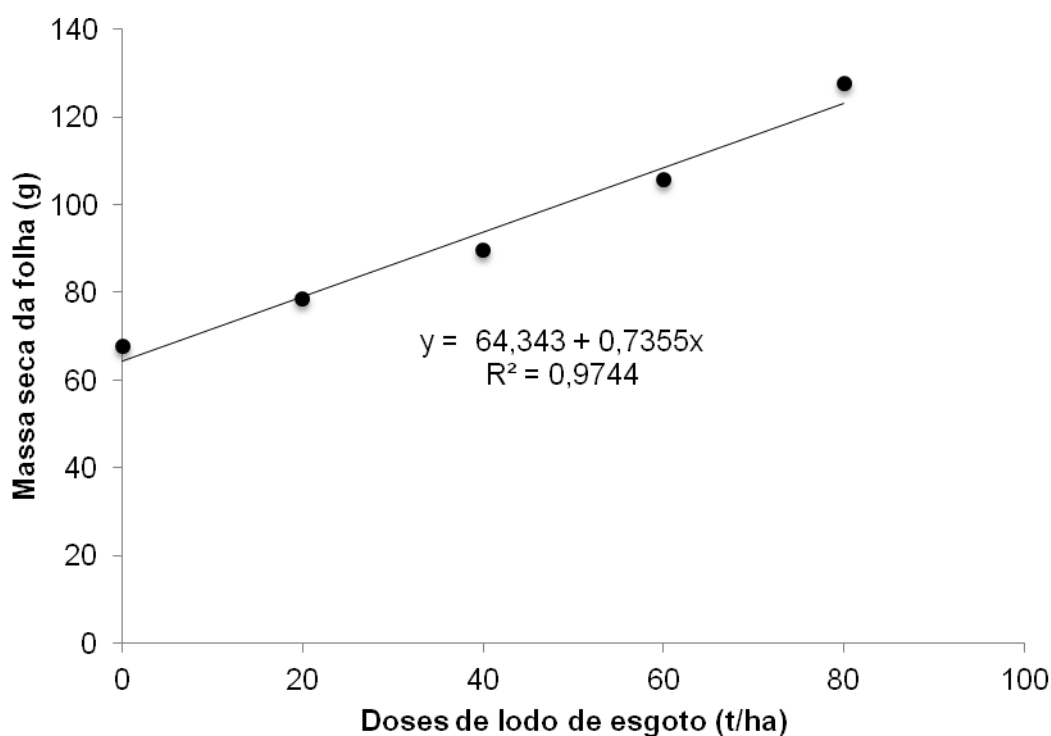


Figura 7. Massa seca da folha de plantas de girassol em função das doses de lodo de esgoto.

Na Tabela 6 é possível verificar o efeito significativo apenas para os fatores isolados: tratamento, lodo e época, ao nível de 5% de probabilidade para a variável massa seca do capítulo (MSCAP).

Tabela 6. Resumo da análise de variância da massa seca do capítulo de plantas de girassol aos 47, 54, 61 e 87 DAE em função da adubação orgânica

FONTE DE VARIÇÃO	GL	QM
		Massa seca do capítulo (g)
BLOCO (B)	3	4618,8412 ^{ns}
TRAT	5	17481,4505**
LODO	4	20999,4794**
LODO*NPK	1	3409,334505 ^{ns}
EPOCA	3	257411,1980**
TRAT*EPOCA	15	7857,6335 ^{ns}
ERRO	69	4709,179 ^{ns}
TOTAL	95	
CV (%)		36,78989

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

A Figura 8 apresenta uma regressão crescente da MSCAP em função da dose do lodo de esgoto utilizada, mostrando que o aumento da dose proporcionou maiores aumentos de matéria de massa seca do capítulo.

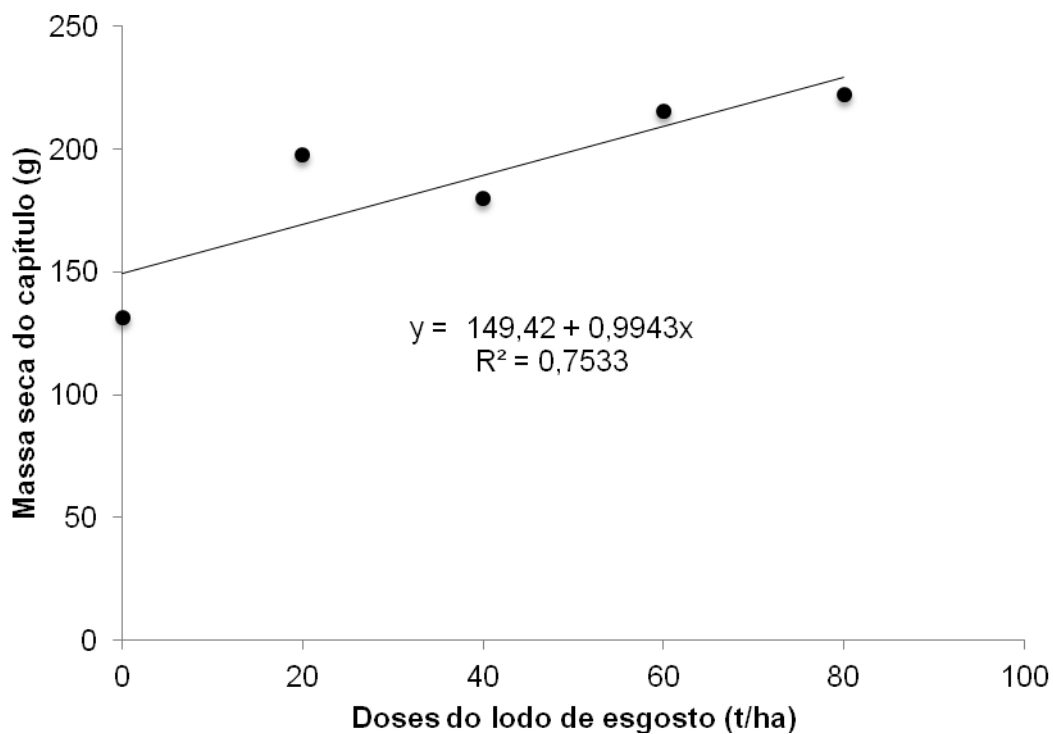


Figura 8. Massa seca do capítulo de plantas de girassol em função das doses de lodo de esgoto.

Pelas Figuras 6, 7 e 8, nota o comportamento da massa seca de caule, folha e capítulo, observando uma resposta significativa com o aumento da dose de lodo de esgoto aplicada, isto devido a associação da quantidade de N colocada a disposição da planta (MALAVOLTA et al., 1997), podendo observar que o tratamento T5, que recebeu uma maior quantidade de lodo de esgoto, apresentou uma maior produção de matéria seca. Alguns autores demonstram resultados de aumentos na produção de matéria seca e de grãos por espécie de interesse agrônomo cultivado em solos tratados com lodo de esgoto (DEFELIPO et al., 1991).

O melhor resultado da massa seca da parte aérea pode ser explicado provavelmente, pela maior disponibilidade de nutriente ocasionado pelas doses crescentes de composto orgânico. Benedetti et al. (2009) observaram que a utilização de adubos orgânico ou mineral, associados à correção do solo estimulou o desenvolvimento de espinheira-santa, para a massa seca da parte aérea e que na ausência da calagem a adubação orgânica mostrou mais eficiente em estimular o desenvolvimento das plantas. Segundo Maia (2006), o efeito das doses de matéria orgânica, oriundas do lodo aumentou a produção de fitomassa em *Hyptis suaveolens* conhecida como: cheirosa, bamburral, batônica, e isto se deve à crescente disponibilidade e absorção dos nutrientes. Conforme relatado por Santos et al. (1994), doses crescentes de composto orgânico elevaram a produtividade do alface.

O uso de compostos orgânicos não só supre as necessidades das plantas com quantidades consideráveis de nutrientes, mas contribui para a conservação do solo, mantendo a fertilidade natural. Isto é comprovado por Gomes (2004), que observou aumento na produtividade e nos teores de N em plantas de milho cultivadas em solos adubados com lodo.

Para todas as variáveis AF, NF, AP, DC, MSC, MSF e MSCAP todos os modelos apresentaram coeficiente de determinação superior a 0,75 o que significa 75% da variável dependente consegue ser explicada pelos regressores ajustadas por esse modelo (para as medias em todos os dados). Para as variáveis AF, DC e MSCAP os coeficientes de determinação das

equações propostas foram entre 0,75 a 0,80 indicando um ajuste aos dados com menor precisão do que para as variáveis NF, AP, MSC e MSF, os quais obtiveram o coeficiente de determinação de 0,88 a 0,97.

Analisando somente as doses de lodo de esgoto, observou-se que todas as variáveis apresentaram aumentos significativos em relação ao aumento da dosagem de lodo no solo, e uma maior quantidade de nitrogênio disponível (no solo), o que corrobora com os resultados obtidos por Chaves (2002), o qual constatou que as doses crescentes de adubação orgânica no primeiro corte de *Ocimum gratissimum* o alfavacão, alfavaca-cravo como é conhecido, favoreceu o incremento na produção de caules, folhas e inflorescências. Smiderle et al. (2003) verificaram efeitos positivos proporcionados pelo lodo de esgoto no crescimento de plantas, devido à maior disponibilidade de nutrientes, em particular o nitrogênio, uma vez que esse nutriente é o que mais limita a produção do girassol, (texto muito misturado) proporcionando redução de até 60% na produtividade em decorrência de sua deficiência.

Smiderle et al. (2002), ao avaliarem a produtividade do girassol adubado com lodo de esgoto, observaram que as maiores produtividades foram obtidos na dose de N de 84 kg ha⁻¹ e para doses acima deste valor a produtividade diminuiu. Castro et al. (1997) observaram que a produção de grão de girassol também aumentou até a dosagem de 90 kg ha⁻¹, e que a eficiência do lodo de esgoto pode estar associada à liberação dos nutrientes já que estes se encontram na forma orgânica, como é destacado por Munhoz (2001), onde apenas cerca de 30 a 50 % do N total esteja na forma prontamente aproveitável pelas plantas no primeiro ano.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da comparação das médias pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade e nota-se que em comparação com as doses de lodo de esgoto com a testemunha, para todas as variáveis analisadas, o tratamento T5 foi o mais significativo em comparação com as demais doses. O tratamento T6 (adubação convencional para a cultura) apresentou-se não significativo, podendo ser substituído pelos tratamentos T3, T4 e T5, tendo resultado positivo. Na comparação doses do composto orgânico com adubação química (convencional para a cultura), observa-se que o tratamento T5 obteve maior desenvolvimento, não sendo significativo apenas nas variáveis NF e MSCAP, seguido dos tratamentos: T4, T3, T2 e T1. Isso

mostra que a adubação química pode ser substituída pelo lodo de esgoto nas doses de 40, 60 e 80 t ha⁻¹, sem prejuízo para a cultura. A resposta às variáveis, com aplicação de lodo de esgoto e adubação química convencional pode ser analisada pela comparação individual das médias, na qual se constatou que o tratamento T1 (testemunha) foi significativamente inferior aos demais tratamentos.

Tabela 7. Comparação das médias entre os tratamentos em relação as variáveis estudadas

Comparação entre os tratamentos	Variáveis estudadas						
	AF	NF	AP	DC	MSC	MSF	MSCAP
T5-T1	130***	5,188***	33,484***	0,5750***	92,47***	59,96***	90,49***
T4-T1	52,61	4,313***	24,228***	0,3750***	54,61***	37,92***	83,92***
T3-T1	51,7	3,594***	23,297***	0,2958	25,57	21,94	48,29
T2-T1	47,71	2,906	12,984***	0,2667	24,38	10,74	66,03***
T6-T1	4,85	2,905	16,047***	0,1667	26,39	15,42	41,76
T5-T6	125,15***	2,281	17,438***	0,4083***	66,08***	44,53***	48,73
T4-T6	47,76	1,406	8,181	0,2083	28,22	22,5	42,17
T3-T6	46,86	0,688	7,25	0,1292	-0,82	6,52	6,54
T2-T6	42,86	0	-3,063	0,1	-2	-4,69	24,28

Médias apresentando (***) são significativas pelo teste de Dunnett ($p > 0.05\%$). AF- área foliar; NF- número de folhas; AP- altura de planta; DC- diâmetro do caule; MSC- massa seca do caule; MSF- massa seca da folha; MSCAP- massa seca do capítulo..

As doses crescentes de composto orgânico favoreceram os maiores desenvolvimentos para a cultura por terem disponibilizado maiores quantidades de nutrientes. Estes resultados mostram que a adubação orgânica teve uma maior influência sobre a cultura comparando a adubação mineral em relação às variáveis de crescimento analisadas. Segundo Hoffmann et al. (2001) a maior influência da utilização do lodo, não foi só devido ao aumento da fertilidade, o qual houve maior adição de nitrogênio e potássio, como também devido a melhoria nas propriedades físicas do mesmo, principalmente no que diz respeito ao aumento da retenção de água.

Chiaradia et al. (2009) observaram que, quando o lodo de esgoto foi aplicado em quantidade suficiente para fornecer 1 ou 2 vezes o N exigido pela cultura, a produtividade da mamoneira foi superior ao resultado obtido com a adubação química e, quando aplicado em doses suficientes para suprir metade

da dose recomendada de N, a planta atingiu produtividade de 93%, em relação à adubação exclusivamente mineral.

Na Figura 9 observa-se as variáveis NF, DC, AP, MSC, AF, MSCAP e MSF em relação a diferentes épocas de análise conclui-se que para variáveis a época de maior desenvolvimento são as finais, como já era o esperado, pois após a produção as plantas tendem a senescência.

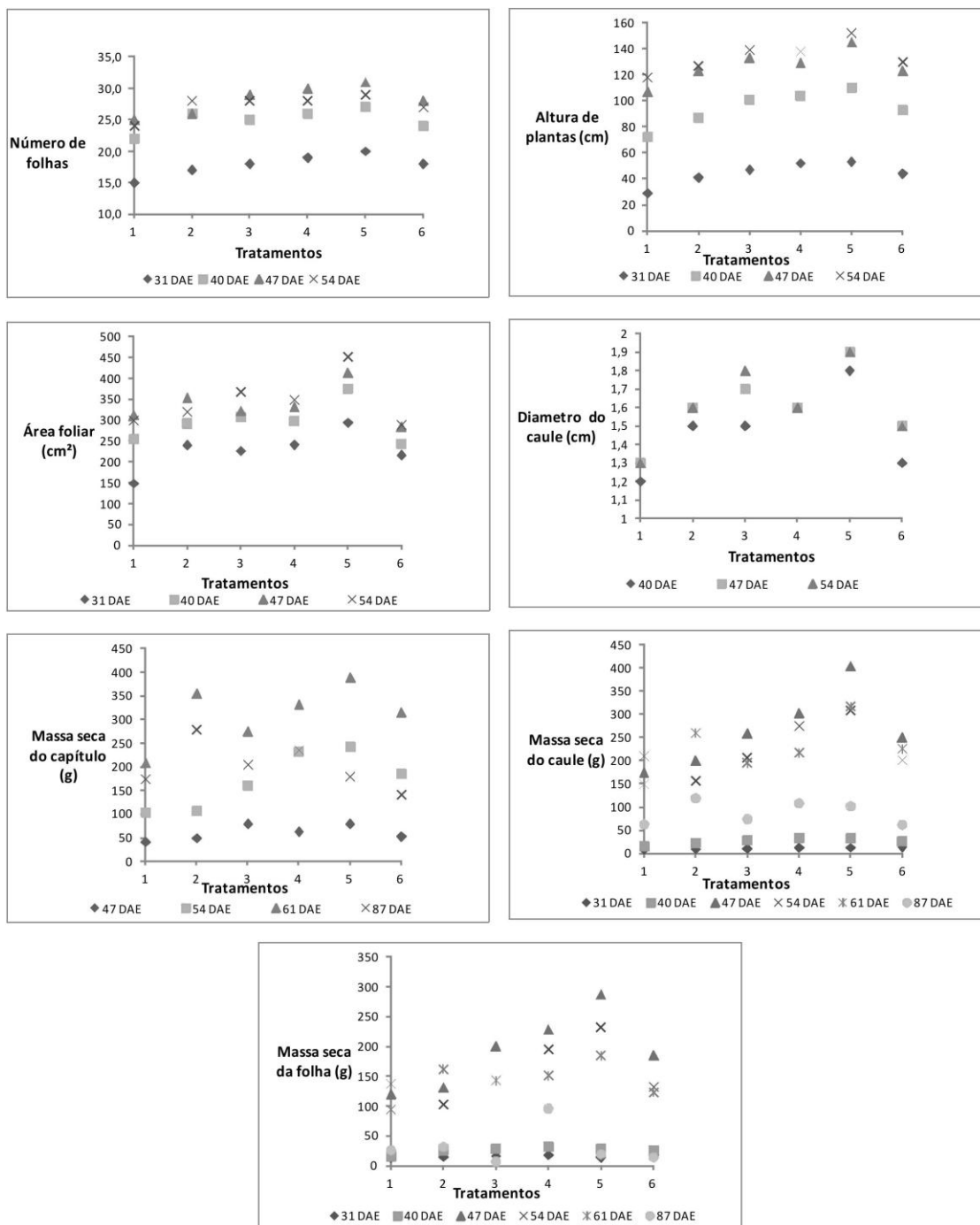


Figura 9. Análise de número de folhas (NF), diâmetro do caule ou capitulo (DC), altura de planta (AP), massa seca do caule (MSC), área foliar (AF). Massa seca do capítulo (MSCAP) e massa seca da folha (MSF) em relação as diferentes épocas avaliadas.

Este resíduo contém considerável percentual de matéria orgânica e de elementos essenciais para as plantas, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais, podendo desempenhar importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo (NASCIMENTO et al., 2004.)

CONCLUSÕES

A utilização do lodo de esgoto em plantas de girassol proporcionou maior crescimento e desenvolvimento da cultura, sendo uma alternativa viável para os problemas de destinação final desses resíduos, melhorando a qualidade dos solos.

É possível concluir, nas condições em que o estudo foi realizado que:

- 1- A adubação orgânica influenciou positivamente no desenvolvimento e crescimento do girassol.
- 2- Quanto maior a dose de lodo aplicada, maior foi o desenvolvimento do girassol, nas condições estudadas.
- 3- Nessas condições a adubação convencional pode ser substituída pela adubação orgânica sem influenciar o desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do CNP: Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas – BA: EMBRAPA-CNPMPF. 35p. (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 34). 1999.

BENEDETTI, E.L. Calagem e adubação no crescimento de Espinheira-santa [Maytenus ilicifolia (Schrad.) Planch.] em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 11, n. 3, 2009.

BEZERRA, L.J.D.; LIMA V. L. A.; ANDRADE, A. R. S. DE; ALVES, V. W. AZEVEDO, C. A. V. DE & GUERRA, H. O. C. **Análise de crescimento do algodão colorido sob os efeitos da aplicação de água residuária e bio-sólidos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Suplemento), 2005 Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>.

BRUGINSKY, D. C. Análise de crescimento de girassol em sistema de semeadura direta. **Revista acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, 2, 63-70. 2004.

CASTRO, C. et al. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, (EMBRAPA – CNPSo. Circular Técnica, 13). 36 p.1997.

CFSEMG. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.310. 1999.

CHAVES, F.C.M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (Ocimum gratissimum L.) em função da adubação orgânica e épocas de corte**. 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CHIARADIA, J. J.; CHIBA, M. K; ANDRADE, C. A. DE; OLIVEIRA, C. DE; LAVORENTI, A. Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.3, p.701-709, 2009.

CORRÊA, R.M. et al. 2010. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n. 1, p. 80-89, 2010.

COSTA, M. B. B. **Nova síntese e novo caminho para a agricultura “adubação orgânica”**. São Paulo: Ícone, 102 p. 1994.

DEFELIPO, B. V.; NOGUEIRA, A. V.; LOUDES, E. G.; ALVARES, Z. V. H. Eficiência agrônômica do lodo de esgoto proveniente de uma siderurgia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 389-393. 1991.

DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N. **Efeito do lodo de esgoto complementado com fertilizante mineral na produtividade e desenvolvimento da cultura de feijoeiro e do girassol**. Sanare, Curitiba, v.8, n.8, p.33-38, jul./dez. 1997.

EMBRAPA. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA, 1994. Brasília: 542 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de produção-Girassol**. <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>>. Acesso em 10 out. 2011. (Embrapa Soja. Sistema de produção, 1)

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. **Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.2, p.358-368, 2009.

GILMOUR, J.T. e SKINNER, V. Predicting plant available nitrogen in land-applied biosolids. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.28, n. 6, p. 1122- 1126, 1999.

GOMES, S. B. V. **Utilização de lodo de esgoto como fertilizante para a cultura do milho: efeitos no solo e na planta**. Recife: UFRPE, Dissertação Mestrado. 54p. 2004.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYOGWOM, U. B.; MANEBIELFELDT, A. **Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigéria**. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.86, n.3, p.263-275, 2001.

LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, F.A.; CARVALHO, C.G.P. & OLIVEIRA, A.C.B. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 78).

LESLIE, R. Liquid sludges as a farm fertilizer. **Compost Science**, v. 11, p. 24-25, 1970.

LOBO, T. F. e GRASSI FILHO, H. **Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol**. *J. Soil. Sc. Plant Nutrition*. v. 7. n. 3. p. 16-25, 2007.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. **Sewage sludge on the development and nutrition of sunflower plants**. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Valdivia, v.9, n.3, p.245-255, 2009.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes**. São Paulo, SP: ANDA, 51 p. 1990. (Boletim técnico, 4).

MAIA, S.S.S. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae).** <2006. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MALAVOLTA, E., VITTI G. C., OLIVEIRA S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional.** 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos. 319 p. 1997.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BERTOLUZZI, M. P. **Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol.** *Ciência Rural*, v.39, p.1356-1361, 2009.

MAYS, D. A., TERMAN, G. L.; DYGAN, J. C. Municipal compost: effects on cup yield and soil properties. **Journal Environmental of Quality**, v. 2, p. 89-92, 1973.

MING, L.C. **Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *Lippia Alba*.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 49-52, 1994.

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, **Produção Agrícola Municipal, Culturas Temporárias e Permanentes** volume 37, Brasil ISSN 0101-3963 Prod. agric. munic., Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2. 2010.

MONOTTI M. **Growing non-food sunflower in dryland conditions.** *Italian Journal of Agronomy*, v.8, p.3-8, 2004.

MUNDSTOCK, C.M.; ZAGONEL, J. Perfil de area foliar de duas cultivares de girassol sob doses e epocas de aplicacao de nitrogenio em cobertura. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.29, n.6, p.847-851, 1994.

MUNHOZ, R.O. **Disponibilidade de fósforo para o milho em solo que recebeu lodo de esgoto.** Campinas, Instituto Agrônomo. 74p. 2001. (tese de mestrado).

NASCIMENTO, C. W. A., BARROS, D. A. S., MELO, E. E. C. OLIVEIRA, A. B. **Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Ciência de Solo 28 (2) 385-392. 2004.

ORDONEZ A.A. **El cultivo del girasol,** Ediciones Mundi – Prensas – Madrid. p 29 – 69. 1990.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. **Adaptabilidade e estabilidade como critério para seleção de genótipos de girassol.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 42, n.4, p.491-499, 2007.

QUEIROGA, F.M. de. **Resposta da cultura do girassol a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a fontes de nitrogênio.** Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 69f. 2011. (Dissertação Mestrado em Ciência do Solo: Área de concentração em Química e Fertilidade do solo).

REZENDE, J. O. **Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo.** Salvador, BA: SEAGRI/SPA, 117 p. (Série Estudos Agrícolas, 1). 2000.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais, p. 87-91, 1999.

SALISBURY, F. B. & ROSS C. W. Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: **Plant Physiology.** California: Wadsworth Publishing, pp.225-248. 1992.

SANTOS, R.H.S.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. ; MIRANDA, L.C.G. **Qualidade de alface cultivada com composto orgânico**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.12, n.1, p.29-32, 1994.

SILVA, F.C.; BOARETO A. E. ; BERTON, R. S.; ZOTELLI H. B.; PEIXE, C. A.; BERNARDES, E. M. **Efeito do lodo de esgoto na fertilidade de um argissolo vermelho amarelo cultivado com cana de açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n.5, p. 831-840, maio. 2001.

SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. **Adubação nitrogenada, espaçamento e épocas de semeadura no girassol nos Cerrados de Roraima**. In: Embrapa. Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2002: girassol e trigo. Londrina: Embrapa Soja, p. 33-39. 2003. (Embrapa Soja. Documentos, 218)

UNGARO, M. R. G.; NOGUEIRA, S. S. S.; NAGAI, V. **Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de cultivo**. Bragantia, Campinas, v. 59, n. 2. p.205 – 211, 2000.

VIANA, M. M. **Inventário do ciclo de vida do biodiesel etílico do óleo de girassol**. São Paulo, Universidade de São Paulo, p. 223. 2008. (Dissertação de Mestrado).

WOLANSKI, T.; CARVALHO, R. I. N. **Análise do crescimento e desenvolvimento da melissa (*Melissa officinalis L.*) em diferentes níveis de adubação orgânica**. Rev. Acad., Curitiba, v.4, n.1, p. 39-48, jan./mar. 2006.

CAPÍTULO 2

**ANÁLISE NUTRICIONAL DO GIRASSOL SUBMETIDO A DIFERENTES
DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DE INDÚSTRIA DE
CELULOSE**

ANÁLISE NUTRICIONAL DO GIRASSOL SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DE INDÚSTRIA CELULOSE

Autor: Jamile Maria Oliveira do Nascimento

Orientador: Aureo Silva de Oliveira

Co-orientadora: Joseane Oliveira da Silva

RESUMO Objetivou-se avaliar o teor dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg na planta e realizar análise química no solo antes e depois do plantio em função de doses de lodo de esgoto proveniente de indústria de celulose. Utilizou-se sementes da cultivar Hélio 251 e o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de aplicação de doses do lodo de esgoto T1: 0 t ha⁻¹ (testemunha, sem dose); T2: 20 t ha⁻¹; T3: 40 t ha⁻¹; T4: 60 t ha⁻¹ e T5: 80 t ha⁻¹, mais um tratamento adicional T6 com adubação química convencional N-P-K, (ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio nas dosagens 60, 70 e 50 kg ha⁻¹, respectivamente). As parcelas constituíram de quatro linhas de plantio em uma área de 16 m², com quatro linhas de plantas, espaçadas de 1,0 x 0,20m, com irrigação por gotejamento. As análises estatísticas foram realizadas no SAS, mediante análise de variância e regressão tendo como variável independente as doses do composto orgânico. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5%. Para todas as variáveis estudadas, a época foi significativa, devido ao processo de mineralização da matéria orgânica e a marcha de absorção ser lenta. Na comparação das análises do solo, observou-se que com aumento das doses do lodo de esgoto houve um aumento do pH, P, Ca, Na, SB, CTC, V e diminuição do H+Al. A adubação orgânica influenciou positivamente o pH, causando uma diminuição do alumínio trocável em relação à adubação convencional. O teor de macronutrientes não sofreu influência dos tratamentos devido ao elevado estado de humificação, elevando o fornecimento de nutriente no solo.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, nutrição, solo, *Helianthus annuus* L..

NUTRITIONAL ANALYSIS OF SUNFLOWER SUBMITTED TO DIFFERENT DOSES OF ORGANIC COMPOUND ORIGINATED FROM CELLULOSE INDUSTRY

Author : Jamile Maria do Nascimento Oliveira

Advisor: Dr. Aureo Silva de Oliveira

Co-Advisor: Prof. Dr. Joseane Oliveira da Silva

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the macronutrient content of N, P, K, Ca and Mg in the plant and perform chemical analysis of the soil before and after planting according to rates of sewage sludge from the cellulose industry. Seeds of the Hélio 251 were used and the experimental design was randomized blocks with six treatments and four replications. Treatments consisted of application of sewage sludge doses: T1 - 0 t ha⁻¹ (control); T2 - 20 t ha⁻¹; T3 - 40 t ha⁻¹; T4 - 60 t ha⁻¹ and T5 - 80 t ha⁻¹, an additional treatment T6 with conventional N-P-K chemical fertilizer (urea, simple superphosphate and potassium chloride at doses 60, 70 and 50 kg ha⁻¹, respectively). The plots consisted of four rows of planting in an area of 16 m², with four rows of plants, spaced 1.0 x 0.20 m, with drip irrigation. Statistical analyzes were performed in SAS, by analysis of variance and regression where the independent variable doses of the organic compound. The results were submitted to analysis of variance and means were compared by Dunnett's test at 5 %. For all variables, the time was significant due to the process of mineralization of organic matter and the absorptions be slow. In the comparison of soil analysis, it was observed that with increasing doses of sewage sludge had an increased pH, P, Ca, Na, SB, CTC, V and decreased H + Al. The organic fertilization positively influenced the pH, causing a decrease in exchangeable aluminum in relation to conventional fertilizer. The macronutrient was not influenced by the treatments due to the high state of humification, increasing the supply of nutrients in the soil.

Keywords: Sewage sludge, nutrition, soil, *Helianthus annuus* L..

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta muito importante devido à sua ampla adaptabilidade em diferentes condições edafoclimáticas (MANOTTI, 2004). Pertencente à família da Asteraceae, é originária da América do Norte, sendo considerada a quarta oleaginosa mais consumida no mundo, ficando atrás da soja, palma e canola. Seu ciclo vegetativo é curto, adaptável a diferentes condições ambientais e com solo e clima pouco favoráveis, sendo que a produção de grãos é influenciada pela época de plantio (UNGARO et al., 2000). Está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil como matéria-prima para a produção de biocombustível, (LOPES et al., 2009). Outro produto da cadeia produtiva do girassol é a torta, que é subproduto do processo de extração de óleo das sementes, esta pode ser usada para alimentação animal e adubação orgânica. (QUEIROGA, 2011). Em regiões produtoras de grãos é utilizado como alternativa econômica em consórcio como segunda cultura, por promover boa reciclagem de nutrientes e matéria orgânica proveniente dos restos da cultura. Constitui numa boa opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas de grãos na época das chuvas, por proteger os solos contra a erosão e a infestação de plantas invasoras, sucedendo à soja e/ou o milho (SMIDERLE, 2000; LOPES et al., 2009). Desenvolve-se bem nos solos férteis, planos e bem drenados.

Diante da importância e com base em aumentar a produtividade do girassol, fontes alternativas de adubação vem sendo utilizadas, entre elas o lodo de esgoto. Segundo Melo et al. (2008), existem muitos resíduos orgânicos de origem urbana, industrial e agrícola, que podem ser usados na agricultura. Esses resíduos desempenham um importante papel no desenvolvimento e produção da cultura, melhorando a fertilidade do solo, substituindo ainda que parcialmente os adubos minerais (NASCIMENTO et al., 2004). Com isso o aproveitamento agrícola se torna uma ótima alternativa para a disposição final desse resíduo, o qual, tem se tornado um dos grandes problemas da atualidade devido ao acúmulo de elementos tóxicos em sucessivas deposições em solos agricultáveis uma preocupação em relação à segurança ambiental.

Assim, além de possibilitar melhorias na qualidade do solo, o lodo de esgoto tem como vantagem o retorno econômico por reduzir o custo de produção, devido à menor utilização de fertilizantes minerais solúveis, (LOBO, GRASSI FILHO e COELHO, 2012) e por promover a reciclagem de nutrientes (BETTIOL E CAMARGO, 2006).

Muitos estudos têm sido realizados com o intuito de definir critérios agronômicos para a utilização racional deste resíduo, observando o seu impacto sobre o solo (BERTTIOL et al., 1983; BISCAIA e MIRANDA, 1996; BERTON et al., 1989). Assim o estado nutricional de uma planta é muito importante para a recomendação de fertilizantes com o objetivo de alcançar produções economicamente viáveis.

Os nutrientes desempenham diferentes papéis no desenvolvimento das plantas. O N é responsável pelo crescimento da parte aérea juntamente com o Mg e faz parte da molécula de clorofila, favorecendo uma maior atividade fotossintética. O P é o responsável pela síntese de carboidratos fornecendo energia para o crescimento e desenvolvimento da planta. O K aumenta a movimentação de açúcares para as regiões de crescimento. O Ca favorece a absorção de íons e é responsável pelo crescimento das raízes; e os micronutrientes ferro, manganês e cobre tem o papel de ativar várias enzimas. A presença de todos estes nutrientes no lodo de esgoto tem influenciado no crescimento e desenvolvimento e/ou produção das plantas.

O lodo de esgoto tem se mostrado eficiente como fertilizante para diversas culturas, dentre elas soja e trigo (BROWN et al., 1997), milho (SILVA et al., 1997), feijão e girassol (DESCHAMPS e FAVARETTO, 1997), sendo, portanto, um fertilizante eficiente em diversas condições de clima e solo.

Segundo Lobo, Grassi Filho e Celho (2012), o lodo de esgoto é um resíduo que contém teores elevados de N e apresenta bons teores de P e micronutrientes essenciais, como Fe e Zn.

Nogueira et al. (2006), estudando a produtividade de feijão e milho adubados com diferentes formas de lodo de esgoto, verificaram o aumento do teor de P com a aplicação de lodo de esgoto comparado ao teor inicial do solo. Entretanto, segundo Melo et al. (2002), ainda existem dúvidas quanto ao potencial do lodo em aumentar a disponibilidade de P no solo. Hue (1995) afirma que o lodo pode atuar diminuindo a adsorção de P no solo, em razão do

elevado teor de matéria orgânica que poderá fornecer íons orgânicos que competem com o fosfato pelos sítios de adsorção. Ross et al. (1990) e Melo et al. (1997) afirmam que a utilização do lodo na adubação, necessita de suplementação com fertilizantes minerais fosfatados, devido à baixa concentração destes no lodo, decorrente de sua alta solubilidade em água, sendo o elemento de maior necessidade de suplementação (ROSS et al., 1990; MELO et al., 1997). Para a sua adsorção o P precisa estar em contato com as raízes, este fenômeno é favorecido pelo deslocamento do elemento no solo, no processo de difusão. (MARQUES et al., 2007).

As quantidades de N para as plantas fornecidas pelo lodo são proporcional às doses aplicadas em virtude da rápida mineralização do N orgânico devido à baixa relação C: N (GILMOUR e SKINNER, 1999). Neste aspecto, Gomes (2004) observou que em solos adubados com lodo houve aumento na produtividade e nos teores de N em plantas de milho. Barros et al. (2002) verificaram que com o aumento das doses de lodo de esgoto adicionados, ocorreu um aumento dos teores de nitrogênio em plantas. Doses de lodo necessárias para suprir a quantidade de nitrogênio fornecem micronutrientes em quantidades adequadas para suprir as necessidades na maioria das plantas (GOMES, 2004). Simonete *et al.* (2003), estudando o efeito do lodo de esgoto em um Argissolo no crescimento e nutrição de milho, verificaram aumentos do teor de Mg no solo. De acordo com PROSAB (1999), as quantidades de magnésio e enxofre presentes no lodo são suficientes para suprir as necessidades da maioria das culturas, mesmo quando aplicados em pequenas doses.

Raj (1998), estudando a aplicação do lodo de esgoto, concluiu que os benefícios alcançados podem ser iguais ou superiores aos alcançados com adubação química, principalmente em relação à profundidade e economia de fertilizantes, sobretudo nitrogenados.

A aplicação de lodo ao solo tem propiciado aumento dos teores de fósforo, de carbono orgânico, da matéria orgânica, do pH, da condutividade elétrica e da capacidade de troca de cátions (NASCIMENTO et al., 2004), reciclagem de nutrientes, melhoria das propriedades físicas, especialmente na estruturação do solo e por ser uma solução de longo alcance para a destinação final do lodo. (ADREOLLI et al., 1997).

A marcha de absorção de nutrientes é essencial para definir as estratégias de adubação da cultura. Segundo Machado (1979), a ordem de extração de nutrientes pelo girassol é: N, Ca, K, Mg, P e S. Já Robinsó (1973), achou N, K, Ca, Mg, P e S. Segundo Corrêa et al. (2010) em várias espécies de plantas a adubação orgânica tem se mostrado eficiente na produção. Lopes e Guilherme (1990) observaram que o adubo orgânico exerce efeitos promotores de crescimento em plantas, bem como aumento na produtividade, (SANTOS et al., 1994) e na fitomassa (MING, 1998; MAIA, 2006) fato esse atribuído pelos autores, ao aumento na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas, devido à melhoria nas condições do solo, tais como retenção de água e nutrientes. O cultivo de oleaginosas com composto orgânico desta natureza tem como benefício à melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (COSTA, 1994). Além disso, melhora suas características, aumenta a capacidade de troca catiônica, a atividade microbiana, fertilidade e a agregação.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de lodo de esgoto proveniente de indústria celulósica na análise nutricional da planta, e comparar os efeitos dos nutrientes no solo antes e após o plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo entre o período de outubro de 2010 a março de 2011, em área experimental de fruticultura do Centro de Profissionalização de Fruticultores da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A.(EBDA), localizada no município de Conceição do Almeida-BA(12°46'46" Sul, 39°10'12" Oeste, 216 m). O clima da região é do tipo tropical seco a subúmido pertencente a classe As da classificação de Köppen tendo pluviosidade média anual de 1117 mm, temperatura média de 24,5°C e umidade relativa de 80% (ALMEIDA, 1999).

O solo é classificado como Latossolo Amarelo álico coeso A, moderado, textura franco argilo-arenoso e relevo plano (REZENDE, 2000). Antes da implantação do experimento (Tabela 1), o solo foi caracterizado quanto à determinação das características químicas conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997).

Tabela 1. Análise química do solo antes da implantação do experimento na profundidade de 0,20 m da área experimental no município de Conceição do Almeida/BA

pH _{H2O}	P mg/dm ³ Mehlich	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V	M.O
		----- cmol _c /dm ³ -----								%	g/dm ³
5,55	6	0,08	1,0	0,9	0,1	2,0	0,10	2,08	4,08	50,98	21,5

P- fósforo; K- potássio; Ca- cálcio; Mg- magnésio; Al- alumínio; H+Al- acidez potencial; Na- sódio; S- Soma de bases; CTC- Capacidade de troca catiônica; V- saturação por bases; M.O - matéria orgânica

A cultura utilizada foi o girassol (*Helianthus annuus*) cultivar HELIO-251, fornecida pela empresa Heliagro do Brasil Ltda . Foi escolhido este híbrido por ser um material altamente produtivo (grãos), muito adaptável à região (LOBO e GRASSI FILHO, 2007).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de um tratamento testemunha, T1: 0 t ha⁻¹, sem dose do lodo de esgoto e mais quatro tratamentos com diferentes doses do composto (lodo de esgoto oriundo de indústria de celulose) (Tabela 2), sendo; T2: 20 t ha⁻¹; T3: 40 t ha⁻¹; T4: 60 t ha⁻¹ e T5: 80 t ha⁻¹, que foram incorporados mecanicamente ao solo 15 dias antes do plantio e mais um tratamento (T6) de adubação química convencional, o qual consistiu da aplicação localizada de N, P e K nas doses 60, 70 e 50 kg ha⁻¹ na forma de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente, de acordo com análise química do solo (Tabela 1). O nitrogênio foi aplicado 20 kg ha⁻¹ no plantio e 40 kg ha⁻¹ aos 40 DAE, a fim de verificar as possíveis diferenças entre esses dois tipos de adubação (orgânica e mineral). Aos 40 DAE aplicou-se em cobertura o boro (B) na dose 5,8 kg ha⁻¹, na forma de ácido bórico em todos os tratamentos, segundo recomendações de adubação para a cultura do girassol nesse solo (CFSEMF, 1999).

Tabela 2. Características químicas do lodo de esgoto oriundos da Indústria de celulose Veracel e Vida e desenvolvimento ecológico Ltda, utilizado no experimento.

Comp. orgânico	pH	Ca	Mg	K ₂ O Total	P ₂ O ₅ Total	C	N	Umid	MO	Fe	Zn	Cu	Mn
		-----g/dm ³ ---		-----%-----		---mg/dm ³ ---		--%--	-----mg/dm ³ -----				
Lodo de esgoto	6,4	2,7	0,23	0,18	1,44	27,3	1,8	10,7	50,6		159	25	145

Ca- cálcio; Mg- magnésio, K₂O- óxido de potássio; P₂O₅- pentóxido de fósforo; C-carbono; N- nitrogênio; Umid- umidade; MO- matéria orgânica; Fe- ferro; Zn-zinco; Cu- cobre; Mn- manganês

O preparo do solo consistiu de aração e gradagem em toda área. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de plantio, sendo as duas centrais consideradas linhas úteis, onde foram efetuadas as avaliações, e as duas linhas restantes usadas como bordadura. Desta forma, cada parcela ocupou uma área total de 16 m² (4 m x 4 m), com quatro linhas de plantas, espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, perfazendo um total de 80 plantas/parcela para uma população total de 34.846 plantas ha⁻¹.

No plantio utilizaram-se três sementes distribuídas manualmente nos sulcos a cada 0,20 m, em cada uma das quatro linhas de cada parcela. Aos 10 DAE, procedeu-se o desbaste para ajuste da população de plantas, deixando-se cinco plantas por metro, com seleção visual daquelas mais vigorosas. (Figura 1).

Foram utilizadas as práticas culturais e o controle fitossanitário de acordo com as recomendações para o cultivo comercial do girassol, porém, não houve a necessidade de aplicação de defensivos, devido à pouca insedencia de insetos e moléstias.

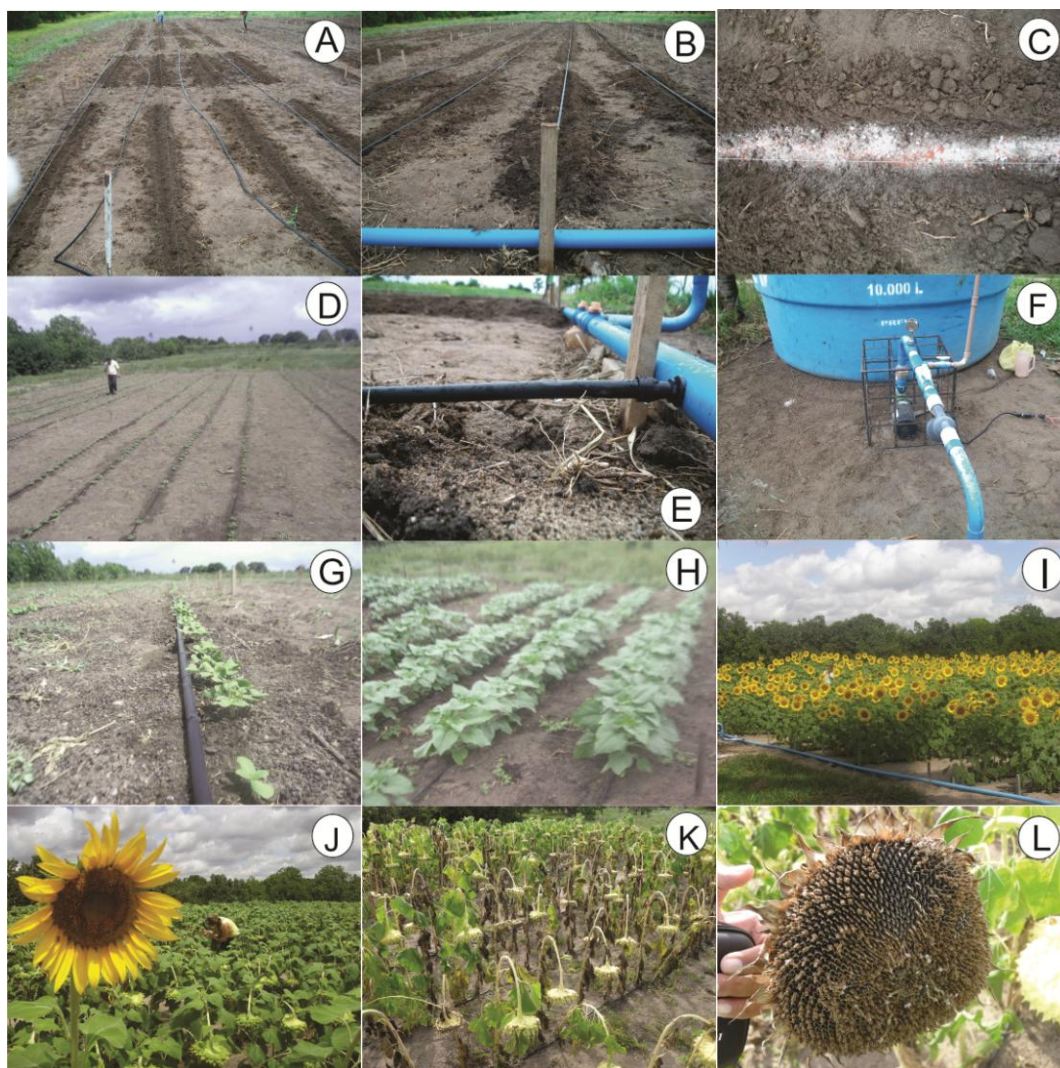


Figura 1. A-D preparo do solo; E-F sistema de irrigação; G-L desenvolvimento da cultura do girassol.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, do tipo mangeira com gotejador embutido e o espaçamento entre os emissores 0,20 cm, sendo um emissor/planta, com vazão de 1,6L/h, tendo um total 1.920 gotejadores. Alâmina aplicada foi 500mm, o critério adotado na definição da lâmina de irrigação por sistema de gotejamento aplicado aos seis tratamentos baseou-se na evapotranspiração estimada a partir de um Tanque Classe A, pluviômetro e miniestação meteorológica automática na área experimental, para monitoramento das condições meteorológicas. A umidade do solo foi monitorada por tensiômetros. Todo experimento recebeu uma única lâmina de irrigação.

Na análise nutricional do girassol, foram analisados os teores de: N, P, K, Ca e Mg em 4 épocas 31, 40, 47 e 54 DAE , realizadas na Universidade Federal de Lavras no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas. Foram feitas na parte aérea da planta (folha, caule e capítulo). As análises foram realizadas segundo metodologias descritas por Malavolta et al. (1997). As análises do solo foram realizadas antes e após o plantio, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0,20 m e o solo foi caracterizado quanto à determinação das características químicas conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS, mediante análise de variância e análise de regressão tendo como variável independente as doses do composto orgânico. Na análise de regressão foram escolhidas as equações de maior grau significativo, o coeficiente de determinação (R^2) representa quanto da variação na resposta é explicada pela regressão. Os resultados analíticos foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5% por ser um teste o qual pode comparar fatores qualitativos com quantitativos e análise de regressão somente com as doses de lodo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas análise nutricional do girassol, comparando a adubação convencional e a utilização de doses de composto orgânico, além da comparação da análise do solo antes e após o plantio.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise de variância para os teores de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg das plantas de girassol. Houve efeito significativo em nível de 5% de probabilidade, para interação tratamento e época apenas para os macronutrientes P e K. Pode-se observar que para todos os elementos a época foi a única variável significativa.

TABELA 3 . Resumo da análise de variância dos teores dos elementos N, P, K, Ca e Mg em plantas de girassol aos 31, 40, 47 e 54 DAE em função da adubação orgânica

FONTE DE VARIÇÃO	GL	QM				
		TEORES DOS ELEMENTOS				
		N	P	K	Ca	Mg
BLOCO (B)	3	0,3632 ^{ns}	0,0157 ^{ns}	0,1731 ^{ns}	0,3838 ^{ns}	0,0016 ^{ns}
TRAT	5	0,4599 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,0986 ^{ns}	0,5771 ^{ns}	0,0011 ^{ns}
LODO	4	0,5712 ^{ns}	0,0139 ^{ns}	0,1183 ^{ns}	0,7143 ^{ns}	0,0013 ^{ns}
LODO*NPK	1	0,0149 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,0197 ^{ns}	0,0283 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
ERRO (a)	15	0,2305 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,1760 ^{ns}	0,3025 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
EPOCA	3	9,4552**	0,0167**	4,6885**	2,0390**	0,0087**
TRAT*EPOCA	15	0,2381 ^{ns}	0,0043**	0,4988**	0,2892 ^{ns}	0,0007 ^{ns}
ERRO	54	0,3881 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,1809 ^{ns}	0,4271 ^{ns}	0,0007 ^{ns}
TOTAL	95					
CV (%)		17,9645	16,5016	23,3646	23,7415	4,6837

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

Em relação aos nutrientes, observou-se que de forma geral, a baixa relação C:N do lodo de esgoto pode fornecer nitrogênio para as plantas em quantidades proporcionais às doses aplicadas em virtude da rápida mineralização do N orgânico (GILMOUR e SKINNER, 1999).

O girassol extrai do solo grandes quantidades de nutrientes e essa extração está intimamente ligada e condicionada pelo clima, pelo tipo de solo e pelo manejo da cultura (ROSSI, 1998). No Brasil, diversos trabalhos já demonstram os benefícios da aplicação do lodo de esgoto no aumento do teor de nutrientes (SILVA et al., 2002).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise nutricional do solo antes e após o plantio. Observou-se que o aumento das doses do lodo de esgoto favoreceu o aumento do pH, do P, do Ca, Na, SB, CTC, V e diminuição do H+Al.

Tabela 4. Comparação da análise química do solo antes e após o plantio

	pH _{H2O}	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V	M.O
		mg/dm ³		-----Cmol _c /dm ³ -----							%	g/dm ³
SOLO (antes do plantio)	5,55	6	0,08	1,0	0,9	0,1	2,0	0,10	2,08	4,08	50,98	21,5
T1	5,25	7,75	0,03	1,1	0,5	0,1	2,0	0,13	1,85	3,85	48,75	10,65
T2	5,65	28,75	0,08	1,4	0,5	0,1	1,5	0,14	2,25	3,82	58,25	10,84
T3	5,45	28,25	0,03	1,2	0,4	0,05	1,9	0,16	1,91	3,89	59,25	11,17
T4	5,52	28,75	0,03	1,6	0,6	0,0	1,5	0,13	2,49	4,00	60,5	11,15
T5	5,8	29,25	0,04	2,1	0,5	0,05	1,4	0,2	2,93	4,41	59,75	10,97
T6	5,37	10,50	0,04	1,0	0,5	0,05	1,7	0,12	2,03	3,77	50	10,37

Amostra de solo retiradas na profundidade 0 a 0,20m

Gomes et al. (2007), ao avaliar a produtividade e composição mineral de plantas de milho em solo adubado com lodo de esgoto, observaram que o aumento das doses proporcionou incrementos nos teores de N nas folhas de milho e, segundo os autores, a aplicação do resíduo aumentou a absorção deste nutriente pelas plantas. Segundo Berton et al. (1989), estudando a aplicação do lodo de esgoto em cinco solos de São Paulo, observaram aumento do pH, redução do Al⁺³ tóxico, aumento na absorção de nutrientes N, P, K, Ca, Mg e Zn e na produção de matéria seca, na cultura do milho. Guedes et al. (2006) observando o efeito da aplicação de doses de lodo de esgoto, verificou redução nos teores de H+Al, com o aumento da dose do resíduo. Oliveira *et al.* (2002) verificaram que o lodo de esgoto aumentou a capacidade de troca de cátions do solo, porém não foram verificados aumentos proporcionais às doses aplicadas. Segundo esses autores, as alterações na CTC foram mais bem explicadas pelas variações no pH provocadas pelo lodo alcalinizado do que pelos acréscimos de C-orgânico.

Resultados da aplicação do lodo de esgoto, quando comparado à adubação química, têm sido relatados para a produtividade de outras culturas.

Assim como Silva et al. (2002) constataram que o lodo de esgoto foi mais eficiente que a adubação mineral na cultura do milho, Nogueira et al. (2006) não observaram diferenças entre os teores de Mg e K no solo em parcelas adubadas com lodo de esgoto ou adubação química, entretanto, constataram diferenças com relação ao P, cujos teores foram superiores, com a aplicação de lodo de esgoto.

Uma das vantagens da utilização do lodo de esgoto como fertilizante agrícola é a elevada quantidade de matéria orgânica presente nesse resíduo. Todavia, conforme apresentado na Tabela 4, não houve diferença para essa variável entre as parcelas adubadas com lodo de esgoto, quando comparada às parcelas que receberam fertilizante químico, o que pode estar relacionado com às condições de clima da região e tipo de solo que favorecem a rápida mineralização da matéria orgânica, principalmente sob condições de cultivo irrigado. Para os demais atributos, também não foram constatadas diferenças entre a aplicação de lodo de esgoto ou adubação química. Como pode ser observado na Tabela 4 não houve influência das doses de lodo de esgoto sobre os teores de matéria orgânica do solo, apesar de o lodo de esgoto ser resíduo rico em matéria orgânica.

Não houve influência da aplicação de lodo de esgoto sobre o pH do solo (Tabela 4), onde foi observado um pH de 5,55 antes do experimento e um valor de 5,50 na camada de 0-20 após a inoculação do solo com o lodo de esgoto. Para as somas de bases não foi observada variação nas médias, quando comparando o solo antes e após o lodo no cultivo do girassol, mesmo ocorrendo aumentos na produtividade, devido à aplicação de lodo de esgoto (CHIARADIA *et al.*, 2009; GALDOS *et al.*, 2004; LOBO & GASSI FILHO, 2007; VIEIRA *et al.*, 2005). Esses resultados indicam que o aumento do potencial na fertilidade do solo ocorre com a manutenção do lodo de esgoto.

As medias analisadas no experimento não diferiram significativamente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade (Figura 5), avaliando o N em relação ao tratamento testemunha (T1), qualquer dose de lodo ou a adubação convencional foi mais eficiente, sendo o T4 o que atingiu uma maior média; com relação ao NPK (convencional), apenas o T2 e o T1 demonstram-se inferiores, ou seja, nessas condições doses acima de 40 t há⁻¹ já atingem maiores médias nos teores de N em plantas de girassol. Para o P ocorreu,

semelhante ao N, com relação à testemunha, qualquer quantidade de lodo e adubação química é mais favorável, do que não aplicar nada ao solo; com relação ao NPK, apenas os tratamentos T1 e T2 atingiram médias inferiores, mostrando que doses acima de 40 t ha⁻¹, nessas condições atingiram maiores valores nos teores de P nas plantas. Avaliando o K em relação à testemunha, observa-se que a maioria dos tratamentos em que foram aplicados doses de lodo e adubação química convencional, atingiram médias inferiores a aquelas ao qual não foi aplicado nada ao solo, ou seja nesse caso, teores de K na planta diminui com a adição de determinados elementos e/ou compostos no solo; com relação ao NPK a maioria das doses de lodo aumentou os teores de K na planta. Com relação ao Ca e o Mg, observa-se que maiores teores desses elementos são encontrados em plantas de girassol quando não são aplicados nenhum elemento ao solo e os tratamento que foi aplicado o NPK atingiram maior média que os aplicados o lodo de esgoto.

Tabela 5. Comparação das médias entre os tratamentos em relação aos teores dos elementos encontrados em plantas de girassol

Comparação entre os tratamentos	Teores dos elementos (g/dm ³)				
	N	P	K	Ca	Mg
T5-T1	2.844	0.537	-2.031	-5.393	-0.207
T4-T1	4.419	0.643	-0.812	-4.218	-0.188
T3-T1	3.637	0.700	0.125	-4.643	-0.119
T2-T1	0.744	0.243	-0.606	-4.081	-0.025
T6-T1	1.994	0.443	-1.050	-3.206	-0.082
T5-T6	0.850	0.094	-0.981	-2.187	-0.125
T4-T6	2.425	0.200	0.238	-1.012	-0.106
T3-T6	1.647	0.257	1.175	-1.437	-0.037
T2-T6	-1.250	-0.200	0.444	-0.875	0.057

N- nitrogênio; P- fósforo; K- potássio; Ca-cálcio; Mg-magnésio

Os teores de macronutrientes não diferiram estatisticamente Assim, efeitos da aplicação do lodo de esgoto sobre os teores de matéria orgânica do solo, têm sido observados com aplicações sucessivas do resíduo, conforme

relatado por Bueno et al. (2011) após 7 anos de aplicação de lodo de esgoto ao solo. Melo et al. (1994) constataram efeitos significativos, porém temporários, sobre os teores de matéria orgânica do solo, quando aplicadas doses de até 32 t ha^{-1} de esgoto. Segundo esses autores, o tempo de residência do carbono orgânico adicionado ao solo via lodo de esgoto é muito curto. Por outro lado, Barbosa et al. (2007), mesmo após o segundo cultivo de milho, constataram efeito residual da aplicação de lodo de esgoto sobre os teores de carbono do solo em doses de até 36 t ha^{-1} . Aumentos nos teores de carbono orgânico no solo, em razão da aplicação de lodo de esgoto foram também observados por Chiba, Mattiazzo e Oliveira (2008), Galdos, Maria e Camargo (2004) e Nascimento et al. (2004).

Na Figura 1 observou o comportamento dos teores de N, P, K, Ca e Mg na planta em diferentes épocas de desenvolvimento, o teor de N foi maior na época 1 e menor na época 4, demonstrando a assimilação do N em maiores quantidades no início das avaliações, para os demais elementos não houve uma diferença nítida entre as épocas avaliadas.

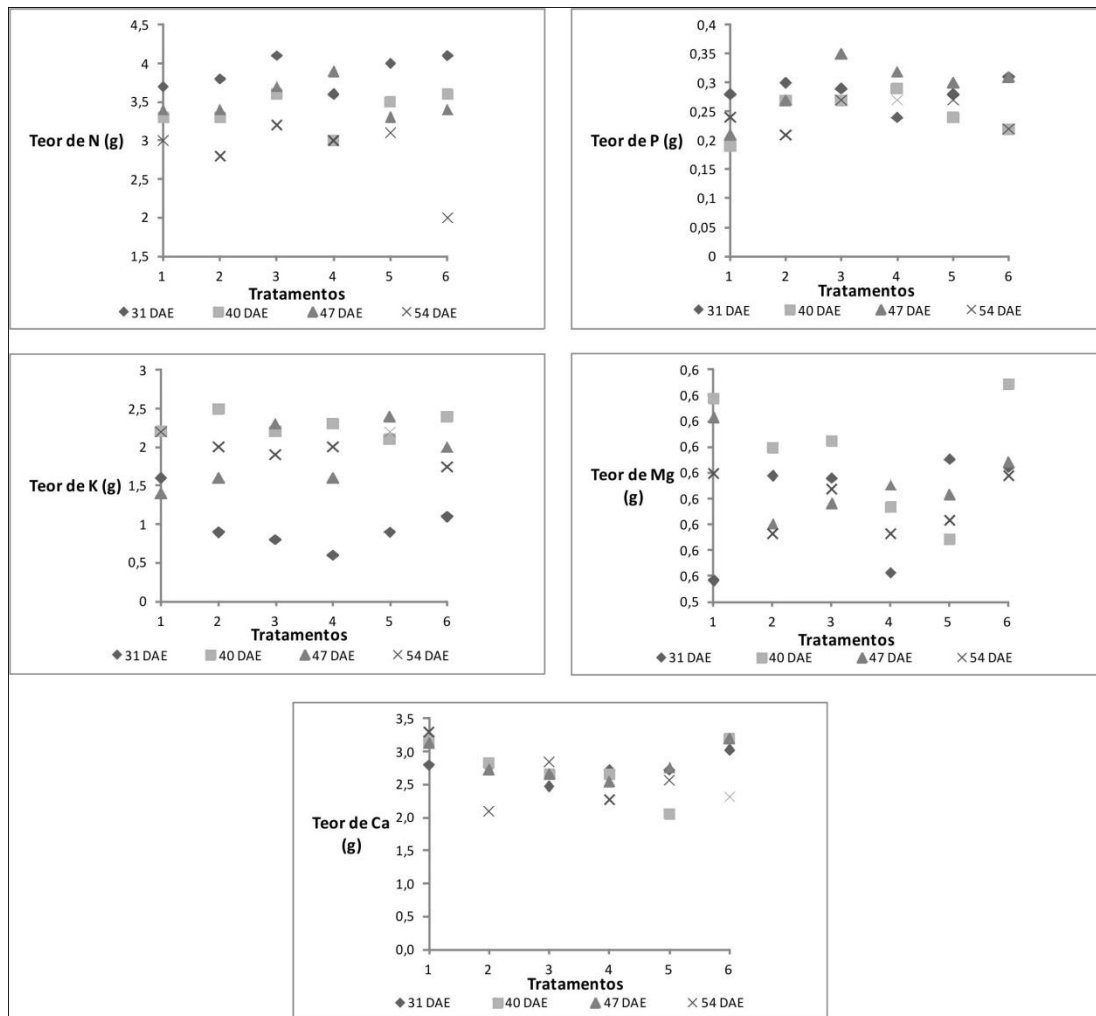


Figura 1. Teores de N, P, K, Ca e Mg com relação a diferentes períodos de avaliação.

Quando o composto orgânico encontra-se em estado avançado de humificação, a atividade microbiana cai e parte dos nutrientes minerais contidos no material depositado, já convertido em biomassa, torna-se disponível, elevando o fornecimento de nutrientes no solo isto ocorre com o passar do tempo, comprovando que o solo assimila os nutrientes após um determinado período.

CONCLUSÕES

É possível concluir, nas condições em que o estudo foi realizado que:

1- A adubação orgânica influenciou positivamente no aumento do pH, P, Ca, Na, SB, CTC, V e diminuição do alumínio trocável em relação a adubação convencional.

2- Não houve efeito significativo para os macronutrientes estudados na planta devido ao estado avançado de humificação elevar o fornecimento de nutrientes no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do CNP: Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas – BA: EMBRAPA-CNPMPF. 35p. 1999. (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 34).

ANDREOLI, C.V; DOMASK, S; FERNANDES, F.; LARA, A.I. **Proposta preliminar de regulamentação para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto no Paraná**. *Sanare*, Curitiba, v.7, n.11, p.53-60, 1997.

BARROS, D.A.S.; PEIXOTO, J.S.; NASCIMENTO, C.W.A. & MELO, E.E.C. **Conteúdo de nitrogênio e produção de biomassa em milho e feijoeiro em solos submetidos a doses de lodo de esgoto**. In: FERTBIO, 3., Rio de Janeiro, 2002.

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. B.; FONSECA, I. C. B. **Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha**. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 601-605, maio/jun. 2007.

BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.13, p.187-192, 1989.

BERTTIOL, W. ; CARVALHO, P. C. T. ; FRANCO, B. J. D. C. **Utilização do lodo de esgoto como fertilizante**. O Solo, v.75, n.1, p.44-45, 1983.

BETTIOL, W. ; CAMARGO, O. A. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. 2006. Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br>.

BISCAIA, R. C. M.; MIRANDA, G. M. **Uso do lodo de esgoto calado na produção de milho**. Sanare, Curitiba, v.5, n.1, p.86-89, 1996.

BROWN, S.; ANGLE, J.S. & CHANEY, R.L. **Correction of limed biosolid induced manganese deficiency on a long term field experiment**. J. Environ. Qual., 26:1375-1384, 1997.

BUENO, J. R. P.; BERTON, R. S.; SILVEIRA, A. P. D.; CHIBA, M. K.; ANDRADE, C. A.; MARIA, I. C. **Chemical and microbiological attributes of an oxisol treated with successive applications of sewage sludge**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1461-1470, jul./ago. 2011.

CFSEMG (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.310. 1999.

CHIARADIA, J. J. ; CHIBA, M. K. ; ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA, C.; LAVORENTI, A. **Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canal tratado com lodo de esgoto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 701-709, maio/jun. 2009.

CHIBA, M. K. ; MATTIAZZO, M. E. ; CARVALHO, O. F. ; **Cultivo de cana-de-açúcar em argissolo tratado com lodo de esgoto. ii - fertilidade do solo e nutrição da planta.** Revista Brasileira de Ciência do Solo [en línea] 2008.

CORRÊA, R. M. *et al.* 2010. **Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.12, n. 1, p. 80-89, 2010.

COSTA, M. B. B. **Nova síntese e novo caminho para a agricultura “adubação orgânica”.** São Paulo: Ícone, 102 p. 1994.

DESHAMPS C., NERILDE, F. **Efeito do lodo de esgoto complementado com fertilizante mineral na produtividade e desenvolvimento da cultura de feijoeiro e do girassol.** Revista Técnica da Sanepar, Curitiba – PR, v.8, n.8, p. 33 – 38, dez. 1997.

EMPRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos Empregados em Estudos de Microbiologia de Solos.** Brasília, 1997.

GALDOS, M. V.; DE MARIA, I. C.; CAMARGO, O. A. **Atributos químicos e produção de milho em um Latossolo Vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 569-577, jun. 2004.

GILMOUR, J. T.; SKINNER, V. **Predicting plant available nitrogen in land-applied biosolids.** Journal of Environmental Quality, Madison, v. 28, n. 6, p. 1122-1126, 1999.

GOMES, S. B. V. **Utilização agrícola de lodo de esgoto para a cultura do milho: efeitos no solo e na planta.** 54 p. (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. 2004.

GOMES, S. B. V.; NASCIMENTO, C. W. A.; BIONDI, C. M. **Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solo adubado com lodo de esgoto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 459-465, out. 2007.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A.; POGGIANI, F.; MATIAZZO, M. E. **Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v 30, p 267-280. 2006.

HUE, N.V. Sewage sludge. In: RECHCIGL, J.E., (Ed.). **Soil amendments and environmental quality**. Boca Raton, FL: Lewis Publ., p.193-239. 1995.

LOBO, T. F. & GRASSI FILHO, H. **Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol**. J. Soil. Sc. Plant Nutrition. v. 7. n. 3. p. 16-25, 2007.

LOBO, T.F., GRASSI FILHO, H., COELHO, H.A. **Crescimento e produtividade do girassol na segunda aplicação de lodo de esgoto em diferentes manejos**. Científica, Jaboticabal, v.40, n.1, p.69–76, 2012

LOPES, A.S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes**. São Paulo, SP: ANDA, 51 p. 1990. (Boletim técnico, 4).

LOPES, P. V. L.; MARTINS, M. C.; TAMAI, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. DE. ; CARVALHO, C. G. P. DE. **Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 4p. Comunicado Técnico, 208. 2009.

MACHADO, P:R: **Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (Helianthus annuus L.) em função da idade e adubação em condições de campo**. ESALQ. Piracicaba (SP), 83p. (Dissertação de Mestrado). 1979.

MAIA, S.S.S. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae).** Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras. 105f. 2006.

MARQUES, M. O. ; BELLINGIERI, P. A.; MARQUES, T. A.; NOGUEIRA, T. A. R. **Qualidade e produtividade da cana-de-açúcar cultivada em solo com doses crescentes de lodo de esgoto.** Bioscience Journal, v.23, p.111-122, 2007.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, C. A. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.101-110, 2008.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. **O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo.** In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C..T; MELFI, A.J.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O. (Ed.). *Biossólidos na agricultura*. São Paulo: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. cap.11, p.289-363. 2002.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SILVA, F. C. & BOARETTO, A. E. **Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Palestras. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. CD-ROM. 1997.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G. & CHELLI, R. A. **Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar.** R. Bras. Ci. Solo, 18: 449-455, 1994.

MING, L.C. **Adubação orgânica no cultivo de Lippia Alba (Mill.) N.E.Br. – Verbenaceae.** In: MING, L.C. et al. Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica. Botucatu: UNESP. V.1, p.165-192, 1998.

MONOTTI M. **Growing non-food sunflower in dryland conditions.** Italian Journal of Agronomy, v.8, p.3-8, 2004.

NASCIMENTO, C. W. A., BARROS, D. A. S., MELO, E. E. C. OLIVEIRA, A. B. **Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Ciência de Solo 28 (2) 385-392. 2004.

NOGUEIRA, T. A. R.; SAMPAIO, R. A.; FERREIRA, C. S.; FONSECA, I. M. **Produtividade de milho e de feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 122-131, jan./jun. 2006.

OLIVEIRA, F.C.; MATIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R.; ROSSETO, R. **Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC.** Revista Brasileira de Ciência de Solo, v.26, p.505-519, 2002.

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura.** Rio de Janeiro: PROSAB, 97p. 1999.

QUEIROGA, F.M. de. **Resposta da cultura do girassol a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a fontes de nitrogênio.** Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011. 69f. (Dissertação Mestrado em Ciência do Solo: Área de concentração em Química e Fertilidade do solo).

RAIJ, B.V. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no solo.** São Paulo: ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 88 p. 1998.

REZENDE, J. O. **Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo.** Salvador, BA: SEAGRI/SPA, 117 p. (Série Estudos Agrícolas, 1). 2000.

ROBINSON, R.G. **Elemental composition and response of sunflower and corn.** Agron. J . 65 : 318-320. 1973.

ROSS, C. A.; AITA, C; CERETTA, C. A.; FRIES, M. R. **Utilização do lodo de esgoto como fertilizante:efeito imediato do milho e residual na associação de aveia + ervilhaca.** In: Reunião de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 23., santa Maria, 1990. Resumos...Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 20. 1990.

ROSSI, R. O. **Girassol.** Curitiba: Tecnoagro, 333 p. 1998.

SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D. ; CONDE, A. R.; MIRANDA,L. C. G. de. Qualidade da alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, V. 12, n.1, p. 29-32, 1994.

SILVA PSL, BARRETO HEP & SANTOS MX. Avaliação de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos verdes e secos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 32:36-69. 1997.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agrônômica para o bio-sólido produzido no Distrito Federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em latossolo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 487-495, 2002.

SIMONETE, M.A.; KIEHL, J.C.; ANDRADE, C.A.; TEIXEIRA, C.F.A. **Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.10, p.1187-1195, 2003.

SMIDERLE, J. **Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima.** Centro de Pesquisa Agroflorestral de Roraima. Ano VI n. 8, 2000.

UNGARO, M. R. G.; NOGUEIRA, S. S. S.; NAGAI, V. **Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de cultivo.** *Bragantia*, Campinas, v. 59, n. 2. p.205 – 211, 2000.

VIEIRA C, BORÉM A, RAMALHO MAP & CARNEIRO JES. **Melhoramento do Feijão.** In: Borém A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa, p. 301-391. 2005.