



Resposta da cultura do milho a fósforo fornecido por composto orgânico elaborado a partir de bagaço de sorgo-sacarino

Crop corn yields in response to phosphorus provided by sweet sorghum organic compost

NUNES, Walder Antonio Gomes de Albuquerque¹; SILVA, Laryssa Barbosa Xavier².

¹Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, walder.nunes@embrapa.br; ²Graduanda em Agronomia – Faculdades Anhanguera de Dourados, Dourados, MS / Bolsista PIBIC/CNPq.

Resumo: Os resíduos da agroindústria podem ser utilizados como fontes de nutrientes para culturas e condicionadores de solo. Com o intuito de verificar a eficiência de um composto orgânico, elaborado a partir de bagaço de sorgo-sacarino, em fornecer fósforo às plantas, conduziu-se experimento em vasos com capacidade de 11 dm³, preenchidos com dois solos contrastantes em relação à textura (arenoso e argiloso), em ambiente de casa de vegetação, utilizando-se a cultura do milho. O composto utilizado continha 1,63 % de N, 0,75 % de P e 0,59 % de K e relação C/N de 17,5. Os tratamentos utilizados consistiram em aplicações de fósforo equivalentes a 30,07 kg ha⁻¹, 60,15 kg ha⁻¹, 90,3 kg ha⁻¹ e 120,6 kg ha⁻¹, veiculadas por composto orgânico e por fertilizante mineral (supertríplo). As quantidades de N e K aplicadas em todos os tratamentos foram idênticas àquelas contidas na maior dose de composto (16 Mg ha⁻¹), equivalendo, respectivamente, a 260,66 kg ha⁻¹ e 93,67 kg ha⁻¹. O experimento foi implantado em 11/01/2016 e, ao final, após 53 dias após a emergência das plantas, foram avaliadas a massa seca de colmo, de folhas e a área foliar. O composto orgânico, elaborado a partir de bagaço de sorgo-sacarino, pode ser substituto de fonte mineral de fósforo em sistemas produtivos de baixo impacto ambiental, implantados em solo argiloso. O composto orgânico mostrou-se menos eficiente em fornecer fósforo às plantas de milho no solo arenoso, evidenciado por menores valores de área foliar, massa seca de folhas e de colmos.

Palavras-chave: adubação orgânica, fertilização orgânica, resíduos da agroindústria.

Abstract: Agricultural residues may be used as soil conditioners and nutrients source for crop. In order to check the efficiency of an organic compost made from sweet sorghum bagasse to provide phosphorus to plants, was conducted experiment in 11 dm³ pots, filled with two contrasting soils in relation to the texture (sandy and clayey), in a greenhouse, using the corn crop. The compost contained 1.63% N, 0.75% P and 0.59% K and C / N ratio of 17.5. The treatments consisted of phosphorus applications equivalent to 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ and 120 kg ha⁻¹, carried by organic compost and mineral fertilizer (superphosphate). The amounts of N and K applied to all treatments were identical to those contained in the higher dose compound (16 Mg h⁻¹), corresponding respectively to 260.66 kg ha⁻¹ and 93.67 kg ha⁻¹. The experiment was established on 11.01.2016 and at the end, after 53 days after emergence of the plants were evaluated dry mass of stem, dry mass of leaves, and leaf area. The organic compost made from sweet sorghum bagasse can replace mineral phosphorus source in low environmental impact production systems



cultivated in clay soil. The organic compost was less efficient in providing phosphorus to maize plants in sandy soil, evidenced by lower leaf area values, dry weight of leaf and stem.

Keywords: organic amendments, organic fertilizing, agro-industrial residues

Introdução

A cultura do sorgo- sacarino tem sido apontada como possível solução para diminuir a ociosidade das usinas sucroalcooleiras, ao proporcionar a oferta de colmos na entressafra da cana-de-açúcar, tendo como vantagens o ciclo curto e o fato de ser inteiramente mecanizável (MAY et al., 2012). Em se viabilizando essa cultura, haverá grande disponibilidade de bagaço de sorgo-sacarino e é premente buscar soluções para o uso desse resíduo, além da queima para a co-geração de energia.

Prezotto (1992) postula que, em geral, a forma mais recomendada para a destinação de resíduos orgânicos consiste na disposição dos mesmos sobre o solo, após sofrer estabilização em um processo de compostagem, proporcionando o aproveitamento dos nutrientes na produção agropecuária e transformando uma fonte potencial de poluição em insumo agrícola. No entanto, não há dados disponíveis acerca da composição e do eventual uso de bagaço de sorgo-sacarino como fertilizante orgânico exclusivo ou em misturas com outras fontes de nutrientes, sejam orgânicas ou minerais.

Apesar da ausência de informações sobre o uso de composto elaborado a partir de sorgo-sacarino, sabe-se que a aplicação sistemática de outros compostos orgânicos tem efeito sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, assim como na produtividade de culturas anuais ou permanentes; esse fato foi comprovado por Vaz e Gonçalves (2002), em experimento utilizando biossólidos associados à suplementação mineral em eucalipto. De forma semelhante, Trindade et al. (2001) também demonstraram resposta positiva de eucalipto à fertilização com composto de esterco de bovino.

Pimentel et al. (2009) obtiveram respostas lineares na produtividade e em algumas características de cenoura e alface quando se utilizou doses de até 48 ton ha⁻¹ de composto produzido a partir de capim Napier, restos culturais e esterco de bovinos. Da mesma forma, Gomes et al. (2005) encontraram respostas lineares na produtividade de milho, ao utilizarem até 40 m³ ha⁻¹ de composto produzido com restos culturais de milho e esterco bovino.

Avaliando o uso de composto orgânico de dejetos de suínos e bagaço de cana-de-açúcar na produção de cebolas, Vidigal et al. (2010) obtiveram rendimentos máximos com a dose de 43 ton ha⁻¹, tendo utilizado doses de até 60 ton ha⁻¹.



Os aumentos de produtividade de culturas, obtidos com o uso de compostos orgânicos resultam de uma soma de melhorias do solo causadas pela incorporação de matéria orgânica e nutrientes, com efeito sobre a estruturação do solo, no aumento da retenção de água e aeração e aumento da fertilidade (Nunes et al., 2015).

Por seu lado, os sistemas produtivos de baixo impacto ambiental buscam insumos que sejam menos agressivos ao ambiente e que propiciem a melhoria do solo, notadamente quando se trata de fertilizantes. Há diferentes graus de restrição de insumos permitidos na agricultura de baixo impacto, culminando com a Instrução Normativa nº 046 de 06-10-2011, regulada pela IN 17 de 18 de junho de 2014, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que define o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como estabelece as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção.

Entre os macronutrientes exigidos pelas culturas, o fósforo tem papel de destaque, notadamente em solos tropicais. A dinâmica do fósforo é complexa, incluindo efeitos das frações orgânica e mineral do solo, sendo que esta última leva à indisponibilidade desse elemento, tornando-o inacessível às plantas. No entanto, entende-se que as frações orgânicas de P diminuem ou retardam a fixação desse elemento aos coloides minerais em solos mais intemperizados (NOVAIS; SMYTH, 1999); por isso, os aportes orgânicos de fósforo podem ser mais efetivos em solos oxídicos e argilosos (SÁ, 1995).

De acordo com a Instrução Normativa nº 46 de 06-10-2011, do MAPA (BRASIL, 2011), o uso de fontes solúveis de nutrientes na agricultura orgânica é proibido, havendo, no entanto, a abertura para o uso de produtos, subprodutos e resíduos industriais de origem vegetal, além de pós de rocha, incluindo os fosfatos de rocha, hiperfosfatos e termo- fosfatos (Anexo V da IN n. 46).

Dessa forma, o uso combinado de bagaço de sorgo-sacarino enriquecido com fósforo e sujeitos à compostagem pode ser uma alternativa para o fornecimento desse elemento e, por isso, este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência desse composto em fornecer fósforo às plantas, em condições de casa de vegetação, utilizando o milho como planta teste.

Metodologia

Depois de realizada sua caracterização química, seguindo metodologia do MAPA (BRASIL, 2007), o bagaço de sorgo-sacarino foi submetido a processo de compostagem, utilizando-se composto obtido a partir de conteúdo ruminal como inóculo, em quantidade equivalente a 20 % da massa seca do bagaço. A



compostagem foi realizada em condições de campo, em medas com cerca de 150 kg de material, conforme Inácio e Miller (2009). O composto orgânico obtido continha 1,63 % de N, 0,75 % de P e 0,59 % de K e relação C/N de 17,5.

Com o intuito de verificar a eficiência do composto orgânico, elaborado a partir de bagaço de sorgo-sacarino, em fornecer fósforo às plantas, conduziu-se experimento em vasos com capacidade de 11 dm³, preenchidos com dois solos contrastantes em relação à textura, sendo um arenoso, com 11% de argila e outro argiloso, com 68% de argila, em ambiente de casa de vegetação, utilizando-se a cultura do milho, sendo mantidas duas plantas por vaso. Os solos foram corrigidos e incubados por 45 dias, obtendo-se pH médio de 5,67 para o solo arenoso e 5,85 para o solo argiloso.

Os tratamentos utilizados consistiram em aplicações de fósforo equivalentes a 0 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹, veiculadas por composto orgânico e por fertilizante mineral (supertríplo). As doses de composto orgânico aplicadas equivaleram a 0 Mg ha⁻¹, 4 Mg ha⁻¹, 8 Mg ha⁻¹, 12 Mg ha⁻¹ e 16 Mg ha⁻¹.

De modo a ter apenas os solos, as doses e fontes de fósforo como variáveis, as quantidades de N e K aplicadas em todos os tratamentos foram idênticas àquelas contidas na maior dose de composto (16 Mg ha⁻¹), equivalendo, respectivamente, a 260,66 kg ha⁻¹ e 93,67 kg ha⁻¹. O experimento foi implantado em 11/01/2016, obedecendo delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial (2 x 2 x 5), com 4 repetições, mantendo-se a umidade dos vasos próximo à capacidade de campo e, ao final, após 53 dias após a emergência, as plantas foram colhidas, avaliando-se imediatamente a área foliar das mesmas com o equipamento LI-3100 C, da LI-COR biosciences.

A massa verde das duas plantas de cada vaso foi separada em folhas e colmos, que foram secos em estufa a 60°C com ventilação forçada, até atingirem peso constante, avaliando-se, então, suas massas secas.

As regressões foram efetuadas utilizando-se o programa SAEG 8.1 e os testes de médias no fatorial foram efetuados com o programa SISVAR 5.6, aplicando-se o teste t a 5% de probabilidade.

Resultados e discussões

Não houve diferença estatística entre as massas secas de colmos e de folhas, assim como de área foliar, quando as plantas de milho cultivadas em solo argiloso foram fertilizadas com composto orgânico ou fertilizante mineral (Tabela 1), o que indica que a fonte orgânica consegue sincronizar a liberação do fósforo com a necessidade das plantas de milho, em relação a esse elemento.



No solo arenoso as plantas de milho fertilizadas com fonte mineral de fósforo produziram maiores massas secas de colmos e de folhas, além de evidenciar maior área foliar (Tabela 1), quando comparadas àquelas fertilizadas com o composto obtido a partir de bagaço de sorgo-sacarino. Esse efeito, possivelmente, se deu em função da menor fertilidade inicial do solo arenoso e da disponibilização mais rápida do fósforo, proporcionada pelo fertilizante mineral, quando comparado com o fertilizante orgânico.

De forma semelhante, Villas Boas et al. (2004), utilizando compostos orgânicos obtidos a partir de serragem de madeira, cascas de eucalipto e palhada de feijão, verificaram melhor resposta a esses compostos na produção de alface, quando utilizados em solos mais argilosos, cujo estado de fertilidade inicial era mais elevado que aquele encontrado em solos arenosos, naturalmente mais pobres.

Abreu Junior et al. (2002) mostraram que o fósforo fornecido via composto orgânico, obtido a partir de lixo urbano, ficou mais disponível que aquele fornecido por fontes minerais, notadamente em solos ácidos.

No solo arenoso as massas secas de colmos ~~atingem atingiram~~ valores máximos com aplicações de 102,1 kg de P ha⁻¹ e 78,6 kg de P ha⁻¹, quando fornecidos por fonte mineral e composto orgânico, respectivamente (Figura 1). ~~No solo argiloso, adubado com a fonte de P mineral, houve comportamento linear da massa de colmos na faixa de valores estudados, enquanto a aplicação de composto proporcionou valor máximo com a aplicação de quando fornecidos por fonte mineral e composto orgânico, respectivamente (Figura 1).~~ ~~No solo argiloso a fonte de P mineral levou a um comportamento linear da massa de colmos na faixa de valores estudados, enquanto que o composto levou a um valor máximo com a aplicação de 84,7 kg de P ha⁻¹.~~

A massa seca de folhas respondeu de forma quadrática à aplicação de P por fonte mineral no solo arenoso (Figura 2), com valor máximo atingido com a aplicação de 94,9 kg de P ha⁻¹. Para o composto não houve ajuste significativo de modelo para a regressão nesse solo, mas a tendência foi de valores inferiores que aqueles obtidos pela fonte mineral.

Tabela 1. Massa seca de colmos de plantas de milho colhidas aos 53 DAE, obtida com fósforo fornecido por composto orgânico ou fonte mineral em solo arenoso (A) e solo argiloso (B).

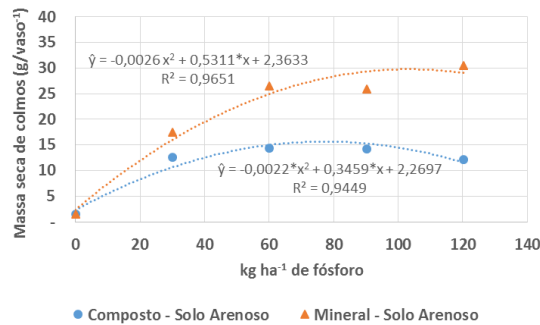
Massa seca de colmos		Massa seca de folhas		Área foliar	
Fonte de fósforo		Fonte de fósforo		Fonte de fósforo	
Composto	Mineral	Composto	Mineral	Composto	Mineral
----- g vaso ⁻¹ -----		----- g vaso ⁻¹ -----		----- cm ² vaso ⁻¹ -----	

Solo

Arenoso	10,95 bB	20,36 aA	10,81 bB	15,33 aA	1.336,9 bB	2.019,5 aA
Argiloso	16,93 bA	20,42 aA	15,81 aA	17,41 aA	2.078,9 aA	1.815,6 aA

Médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade

A



B

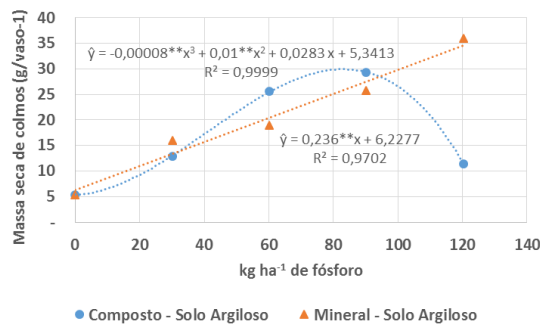
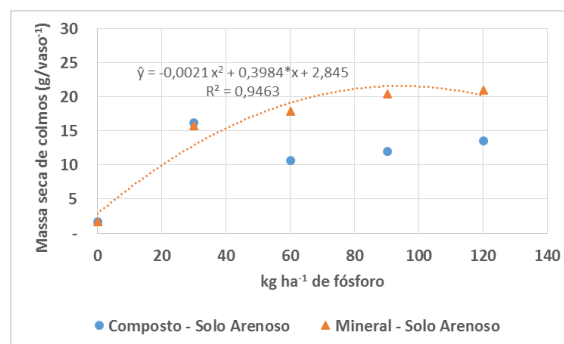


Figura 1. Massa seca de colmos de plantas de milho, obtida com fósforo fornecido por composto orgânico ou fonte mineral em solo arenoso (A) e solo argiloso (B).

A



B

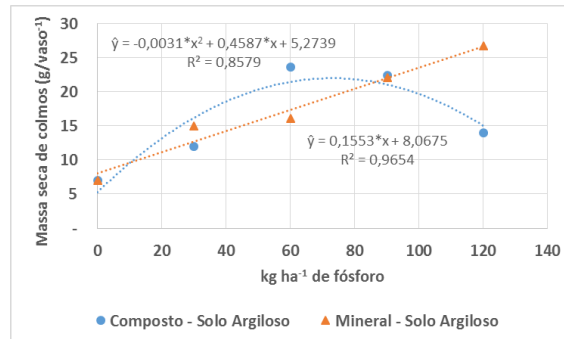


Figura 2. Massa seca de folhas de plantas de milho, obtida com fósforo fornecido por composto orgânico ou fonte mineral em solo arenoso (A) e solo argiloso (B).

No solo argiloso, a massa seca de folhas (Figura 2) repetiu a tendência observada para a massa de colmos, com comportamento linear para a fonte mineral de P e máximo atingido com a aplicação de 74 kg de P ha⁻¹, quando a fonte de P foi o composto.

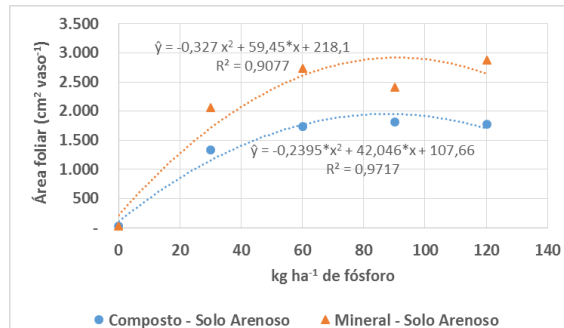
Conforme esperado, a área foliar das plantas de milho no solo arenoso seguiu o mesmo comportamento observado na massa seca de folhas, com máximo atingido com a aplicação de 90,9 kg de P ha⁻¹, quando a fonte foi o P mineral e 87,8 kg de P ha⁻¹, quando a fonte foi o composto orgânico (Figura 3).

Para o solo argiloso, a área foliar máxima obtida com a aplicação de fonte mineral de P foi atingida com 75,9 kg de P ha⁻¹, ao passo que para o composto orgânico o máximo foi atingido com 73,7 kg de P ha⁻¹ (Figura 3).

Em comparação ao solo arenoso, o melhor desempenho obtido no solo argiloso, quando a fonte de P foi o composto orgânico, corrobora os dados obtidos por Abreu Junior et al. (2002).

Embora não se tenha avaliado a produtividade, em nenhuma das situações estudadas, observou-se resposta linear à aplicação do composto elaborado a partir de bagaço de sorgo-sacarino (Figuras 1 a 3), contrastando com o encontrado por Gomes et al. (2005) e Pimentel et al. (2009), em que a produtividade foi linear.

A



B

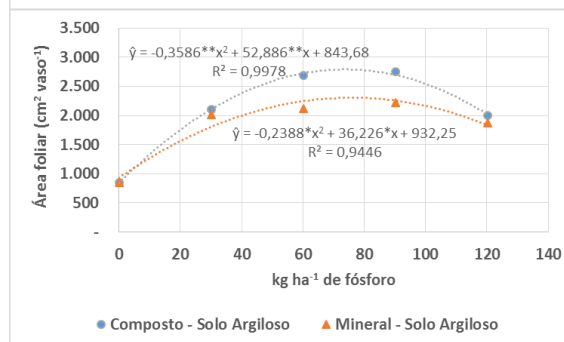


Figura 3. Área foliar de plantas de milho, obtida com fósforo fornecido por composto orgânico ou fonte mineral em solo arenoso (A) e solo argiloso (B).

Conclusões

- O composto orgânico elaborado a partir de bagaço de sorgo-sacarino pode ser substituto de fonte mineral de fósforo em sistemas produtivos de baixo impacto ambiental implantados em solo argiloso, pois foram equivalentes em fornecer fósforo às plantas.
- O composto orgânico elaborado a partir de bagaço de sorgo-sacarino mostrou-se menos eficiente em fornecer fósforo às plantas de milho no solo arenoso, quando comparado à fonte mineral de P.

Agradecimentos

Agradecemos à Embrapa Agropecuária Oeste pela oportunidade de realizarmos o trabalho e ao CNPq pela bolsa PIBIC.

Referências bibliográficas



ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 769-780, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA nº 28, de 27 de julho de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 31 jul. 2007. Seção 1, p. 11. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229261>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 7 out. 2011. Seção 1. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_046_de_06-10-2011_regulada_pela_IN_17.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2016.

GOMES, J. A.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum: agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. p. 156.

MAY, A.; DURAES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 118 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, DPS, 1999. 399 p.

NUNES, W. A. G. de A.; MENEZES, J. F. S.; BENITES, V. M.; LIMA JUNIOR, S. A.; OLIVEIRA, A. S. Use of organic compost produced from slaughterhouse waste as fertilizer in soybean and corn crops. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 343-350, 2015.

PIMENTEL, M. S.; LANA, A. M. Q.; DE-POLLI, H. Rendimentos agrônômicos em consórcio de alface e cenoura adubadas com doses crescentes de composto orgânico. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 1, p. 106-112, 2009.

PREZOTTO, M. E. M. Química ambiental e agronomia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba.



Adubação, produtividade, ecologia: anais dos simpósios. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 157-178.

SÁ, J. C. de M. Manejo de fósforo no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 83-93.

TRINDADE, A. V.; MUCHOVEJ, R. M. C.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, v. 48, n. 276, p. 181-194, 2001.

VAZ, L. M. S.; GONÇALVES, J. L. M. Uso de biossólidos em povoamento de eucalipto: efeito em atributos químicos do solo, no crescimento e na absorção de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 747-758, 2002.

VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. D. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2010.

VILLAS BÔAS, R. L.; PASSOS, J. C.; FERNANDES, D. M.; BULL, L. T.; CEZAR, V. R. S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de composto orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 28-34, 2004.