

## **Viabilidade da aplicação de composto de lodo de esgoto no cultivo inicial de eucalipto**

Application viability of sewage sludge compound in the initial eucalyptus cultivation

Kaique Bizon Bertolazi<sup>1</sup>, Daniela Cristina de Souza Afáz<sup>2</sup>, Ricardo Augusto Gorne Viani<sup>1</sup>,  
Claudinei Fonseca Souza<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Araras, SP, Brasil. Autor para correspondência: cfsouza@cca.ufscar.br

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Araras, SP, Brasil.

---

### **RESUMO**

Este trabalho avaliou a viabilidade do uso de composto de lodo de esgoto, proveniente de estação de tratamento de esgoto doméstico, como fertilizante para o cultivo inicial de eucalipto, híbrido urograndis. O experimento foi realizado em casa de vegetação no CCA - UFSCar, Araras, SP, no período de 12 de novembro de 2014 a 28 de janeiro de 2015. Os cultivos ocorreram em vasos de 11 L durante 75 dias. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e sete repetições. Os testes consistiram de um tratamento de controle sem adubação, três tratamentos com composto de lodo de esgoto (25, 50 e 75% do volume do vaso) e um tratamento com fertilizante mineral convencional, todos em solo argiloso. Mediu-se a altura das plantas, a taxa de crescimento relativo (TCR), a massa seca e a concentração de nutrientes nas folhas de eucalipto. A massa seca foi inferior no tratamento testemunha, mas não diferiu significativamente entre os tratamentos com adição de fertilizantes. A TCR das plantas foi maior no tratamento com 75% do volume do vaso com lodo de esgoto ( $p < 0,05$ ). O composto de lodo de esgoto apresenta potencial para substituir fertilizantes minerais convencionais no cultivo inicial de eucalipto.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, composto orgânico, fertilizante orgânico classe D, nutrição vegetal.

---

### **ABSTRACT**

This work evaluated the feasibility of the use of sludge composed from a domestic sewage treatment plant as fertilizer for initial eucalyptus cultivation, urograndis hybrid. The experiment was conducted in a greenhouse, at CCA - UFSCar, Araras, SP, from November 12, 2014 to January 28, 2015. Cultivation occurred in 11 L pots for 75 days. We adopted a complete randomized design, with five treatments and seven repetitions. The tests consisted of a control treatment without fertilization, three treatments with sewage sludge compost addition (25, 50 and 75% of the pot volume) and a treatment with conventional mineral fertilizers, all in clayey soil. The height of the plants, relative growth rate (TCR), dry mass and nutrient concentration in eucalypt leaves were measured. Dry mass was lower for the plants in the control treatment; however, we found no significant difference between treatments with fertilization. TCR was higher in the treatment with 75% of the pot filled with sewage sludge compost ( $p < 0.05$ ). The composed of sewage sludge has a potential substitute of conventional mineral fertilization for initial eucalyptus cultivation.

**Keywords:** sustainability, organic compost, class D organic fertilizer, plant nutrition.



## INTRODUÇÃO

O aproveitamento e a destinação segura de resíduos orgânicos provenientes de estações de tratamento de esgoto apresentam demanda tanto por questões ambientais, como por espaço físico e aspectos econômicos. Ao mesmo tempo, há necessidade de se buscar fertilizantes alternativos que diminuam os custos de cultivo agrícolas e que tragam mais opções aos produtores.

Investigações acerca da aplicação de lodos de esgotos como fertilizantes têm sido feitas nas últimas décadas para várias culturas e espécies vegetais (Romeiro et al., 2014; Lobo et al., 2012; Nascimento et al., 2004; Lopes et al., 2005; Sampaio, 2010). Entretanto, quando se lida com resíduos domésticos, é importante que cuidados sejam tomados para evitar contaminações do solo, da água (Gonçalves et al., 2000) e, quando for o caso, dos alimentos produzidos.

O emprego dessa técnica na silvicultura minimiza parte desses riscos, já que os produtos desta atividade geralmente não são convertidos em alimentos. Recentemente, fertilizantes passaram a ser produzidos comercialmente no Brasil a partir da compostagem do lodo de esgoto, gerando os compostos de lodo de esgoto, também chamados de fertilizantes orgânicos classe D.

O fertilizante orgânico classe D é, de acordo com a Instrução Normativa Nº 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, o fertilizante de origem orgânica que utiliza-se de qualquer quantidade de matéria prima oriunda do tratamento de despejos sanitários, mas que resulta em produto de utilização segura na agricultura (Brasil, 2009). Geralmente, os compostos de lodo de esgoto têm como matéria prima não apenas o lodo de esgoto, mas resíduos diversos (restos de alimentos, resíduos de poda e corte de grama, etc.), adicionados durante o processo de compostagem.

O eucalipto é amplamente cultivado no Brasil, ocupando mais de 5 milhões de hectares e tendo um papel relevante para a economia do país (Indústria Brasileira de Árvores, 2016). De modo geral, o eucalipto cresce rápido e responde a variações na fertilidade do solo (Mendes et al., 2013; Dias et al., 2015). A adubação do eucalipto é realizada empregando-se geralmente fertilizante mineral e, boa parte dos fertilizantes é aplicada no momento do plantio (adubação de base), de

modo a proporcionar o arranque das mudas no campo (Barros et al., 2000; Gonçalves, 2005).

Portanto, há carência de estudos científicos com compostos de lodo de esgoto e, ao mesmo tempo, grande oferta deste produto e demanda de fertilizantes para a cultura do eucalipto. Desse modo, este estudo avaliou a viabilidade do uso de composto de lodo de esgoto (fertilizante orgânico classe D), proveniente de estação de tratamento doméstico, como fertilizante alternativo para a adubação na fase inicial do cultivo de eucalipto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição do Experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de São Carlos, em Araras-SP (22° 18'22" S; 47° 23'11" O). O clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a março, e enquadra-se no tipo "Cwa" de Köppen (Setzer, 1966), com uma precipitação média anual de 1.300 mm. O cultivo ocorreu de 12 de novembro de 2014 à 28 de janeiro de 2015, contabilizado 75 dias.

Foram instalados cinco tratamentos com sete repetições, totalizando 35 vasos, dispostos num delineamento inteiramente ao acaso. Os cinco tratamentos foram constituídos por uma testemunha composta apenas por solo argiloso (T1), três tratamentos com 25% (T2), 50% (T3) e 75% (T4) do volume do vaso ocupado por composto de lodo de esgoto e um tratamento com adubação convencional (T5).

As porcentagens do fertilizante orgânico foram fracionadas em 25% pela falta de fontes científicas para a recomendação da dosagem ideal para o eucalipto. Desta forma, também foi objeto de pesquisa a dosagem que propicie a melhor resposta das plantas de eucalipto. O solo utilizado foi coletado da camada superficial (0-0,30 m) de Latossolo vermelho, no campo experimental do CCA - UFSCar.

O composto de lodo de esgoto foi obtido da Estação de Tratamento de Esgoto de Jundiá-SP (ETEJ), que utiliza o processo de lagoas aeradas de mistura completa, seguida de lagoa de decantação. O lodo de esgoto gerado pela ETEJ é compostado em sistema de leiras revolvidas (sistema "Windrow"), a partir da sua mistura na proporção 1:1 v v<sup>-1</sup>, com podas urbanas

trituras ou bagaço de cana-de-açúcar. O composto de lodo de esgoto utilizado apresenta 49% de matéria orgânica, 240 mmol Kg<sup>-1</sup> de capacidade de troca de cátions (CTC), tendo 1,5% de N, 1,5% de K e 2,5% de P em sua composição (Afáz et al., 2017) e não contém microrganismos patogênicos como coliformes termotolerantes (Rocha et al., 2013; Afáz et al., 2017).

Foram utilizadas mudas de eucalipto do híbrido urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*), clone H13. A escolha do eucalipto foi baseada na sua resposta rápida ao uso de fertilizantes e, também, por serem mudas clonadas, o que elimina a variabilidade genética como fonte de variação nos resultados.

As mudas foram transplantadas para vasos com dimensões de 0,24 m de diâmetro e 0,18 m de altura, com um volume de 11 L. Para a preparação dos vasos, inicialmente foi acrescentado 1,5 kg de pedra tipo brita (≈ 0,03 m de altura), em seguida um tecido geotêxtil (cuja finalidade foi de evitar a perda de solo pela drenagem) e, por fim, 8 kg de TFSA (terra fina seca ao ar) passada em peneira de 2 mm, até atingir 2 cm da borda. Os vasos possuíam drenos na lateral inferior para retirar o excesso de água do solo. Entretanto, os tratamentos com fertilizante orgânico classe D foram fracionados em função da porcentagem do material em relação ao volume total do vaso.

No T5, foi realizada adubação com 24 g de N, 18 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 g de K<sub>2</sub>O por vaso, que foram fornecidos através de 36 g de mono-amônio-fosfato, 68 g de nitrato de potássio e 91 g de nitrato de cálcio por vaso. Esta adubação foi definida com base na análise do solo, seguindo as recomendações de Gonçalves (2005). Porém, como essa recomendação é dada pela área, foi necessário dividir a quantidade de fertilizante demandado por hectare, pelo número de plantas existente num hectare, no espaçamento convencional de 3 x 2 m, que corresponde a 1.667 plantas ha<sup>-1</sup>.

O fertilizante mineral foi aplicado em cova, no transplantio, em uma única dose. O sistema de irrigação por gotejamento foi instalado com uma vazão de 1 L h<sup>-1</sup> por vaso, sendo acionado quatro vezes ao dia, com duração de 10 minutos por vez, com uma lâmina de água de aproximadamente 3,7 mm dia<sup>-1</sup>.

A altura das plantas foi avaliada em intervalos de 15 dias (15, 30, 60 e 75 dias), utilizando uma trena

milimetrada para realizar as medições. Foram avaliadas, ao final do experimento, a matéria seca da parte aérea e das raízes e o teor de nutrientes nas folhas das plantas. Além disso, foi mensurada a taxa de crescimento relativo (TCR, g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) para o período em que o experimento foi conduzido (75 dias), do seguinte modo (Benincasa, 2003):

$$TCR = \frac{(\ln M2 - \ln M1)}{(P2 - P1)} \quad (1)$$

em que: M1 - massa seca total média das plantas no dia de início do experimento; M2 - massa seca total média ao final do experimento, ou seja, aos 75 dias; (P2 - P1) - intervalo em dias do início ao final do experimento, ou seja, 75.

Para as medidas de TCR, foram avaliadas, no momento de implantação do experimento, 10 mudas de eucalipto do mesmo lote, mas que não foram utilizadas no transplantio. Para a análise da matéria seca, as plantas foram secas em estufa de circulação de ar a 60 °C durante 48 h, separadas em raiz e parte aérea e pesadas em balança com precisão de 0,01 g.

Para a análise da concentração de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) nas folhas, 10 folhas completamente expandidas de cada planta, obtidas normalmente do penúltimo ou antepenúltimo lançamento de folhas, foram coletadas com 75 dias de cultivo e encaminhadas ao Laboratório de Química do Solo e Planta do CCA - UFSCar, Araras-SP. As análises dos nutrientes foram realizadas seguindo procedimentos descritos em Nogueira e Souza (2005) e comparadas com a faixa de teores adequados para plantas de eucalipto proposto por Van Raij et al. (1997).

Os dados de altura, massa seca, TCR e concentração de nutrientes nas folhas das plantas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Assistat 7.6 Beta (Silva e Azevedo, 2009). Quando a ANOVA foi significativa (p < 0,05), as médias dos tratamentos foram comparadas entre si usando o teste de Tukey (p < 0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas não diferiu entre os tratamentos após 75 dias de experimento. Houve uma superioridade da altura para as plantas do T4 sobre os tratamentos T1 e T5 aos 60 dias, entretanto, isto não se manteve até o final do experimento (Tabela 1). Dessa forma, um

desempenho superior do composto orgânico não pode ser notado considerando o atributo altura.

Uma vez que, na redação adiante, outros atributos apontaram diferenças no crescimento das plantas entre os tratamentos, estes resultados indicam que a altura não é o melhor atributo para aferir o desenvolvimento vegetativo das plantas. Uma planta pode alterar sua arquitetura e forma de crescimento sem necessariamente aumentar a altura. Isto pode se dar emitindo mais folhas, aumentando o diâmetro do seu caule ou o desenvolvendo seu sistema radicular.

Os tratamentos com composto orgânico tiveram um comportamento similar ao tratamento com adubação convencional para a massa seca da raiz e da parte aérea. Para a TCR o resultado foi similar, porém, o tratamento com 75% do vaso com composto orgânico foi superior à testemunha, enquanto os demais não diferiram desta (Tabela 2).

Os efeitos benéficos da adição do composto possivelmente se devam a um aumento de nutrientes no solo e a melhoria da estrutura que a matéria orgânica

promove (Andreoli et al., 2001). Esse efeito causa um aumento na CTC do solo, em função das cargas negativas da matéria orgânica, ampliando o seu “reservatório nutricional” (Silva et al., 2001). Outro benefício é o aumento da microporosidade do solo (Sampaio et al., 2012), que aumenta a retenção de água no mesmo. Além disso, a matéria orgânica introduz no sistema uma gama de micronutrientes que geralmente não é fornecida pela fertilização mineral concentrada em NPK (Melo e Marques, 2000).

Vaz e Gonçalves (2002) observaram uma igualdade no desenvolvimento de plantas de eucalipto fertilizadas com biofósforo e fertilizantes minerais. Garcia et al. (2010) também verificaram um incremento de massa seca e TCR cultivando eucalipto em ambiente protegido utilizando lodo de esgoto como fertilizante.

Rocha et al. (2004), verificaram que a fertilização orgânica foi superior à mineral num experimento a campo com *Eucalyptus grandis* adubado com biofósforo, evidenciando os incrementos no desenvolvimento das plantas com emprego de fertilizantes orgânicos.

**Tabela 1.** Altura média das plantas de eucalipto ao longo do experimento submetido à aplicação de diferentes fertilizações em vaso.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)				
	Dias após o transplântio				
	15	30	45	60	75
T1	29,43 a	40,29 a	52,57 b	59,29 b	78,00 a
T2	32,29 a	41,29 a	56,14 ab	61,29 ab	77,57 a
T3	29,57 a	42,71 a	56,57 ab	63,43 ab	81,33 a
T3	29,43 a	39,86 a	59,14 a	69,00 a	83,67 a
T5	32,86 a	39,57 a	54,00 ab	58,14 b	70,60 a
CV (%)	9,43	5,96	6,90	9,99	11,31
valor de P (ANOVA)	0,06	0,12	0,03	0,02	0,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p > 0,05$ . T1: testemunha sem aplicação de composto orgânico; T2, T3 e T4: respectivamente 25%, 50% e 75% do volume do vaso com composto de lodo de esgoto; T5: adubação mineral.

**Tabela 2.** Massa seca média da parte aérea e raízes e de taxa de crescimento relativo (TCR) das plantas de eucalipto após 75 dias de cultivo em vaso.

Tratamentos	Peso da parte aérea (g)	Peso das raízes (g)	TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ )
T1	60,94 a	27,59 a	4,41 b
T2	77,67 a	34,20 a	4,68 ab
T3	75,55 a	36,83 a	4,67 ab
T4	87,57 a	37,29 a	4,79 a
T5	74,50 a	35,19 a	4,66 ab
CV %	20,78	25,54	4,04
valor de P (ANOVA)	0,1577	0,4308	0,0519

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p > 0,05$ . T1: testemunha sem aplicação de composto orgânico; T2, T3 e T4: respectivamente 25%, 50% e 75% do volume do vaso com composto de lodo de esgoto; T5: adubação mineral.

Neste último caso, esse incremento foi realçado devido à natureza do experimento, que foi executado fora de ambiente protegido. Isso fez com que os efeitos positivos do fertilizante fossem ainda mais aparentes, pois fora de um ambiente controlado, há uma menor conservação de água e nutrientes no solo, o que faz com que as propriedades que fertilizante orgânico confere ao solo tenham um benefício ainda maior no incremento de biomassa.

Por sua vez, Afáz et al. (2017) ao cultivarem o eucalipto com diferentes doses de fertilizante orgânico classe D, porém, em solo arenoso, encontraram diferenças mais proeminentes de crescimento entre plantas fertilizadas e testemunhas do que as observadas neste estudo.

Desse modo, os resultados deste trabalho corroboram que compostos orgânicos obtidos a partir de lodo de esgoto podem suprir a fertilização para cultivo inicial de eucalipto, porém, sugerem que em solo argiloso, com maior fertilidade natural e com alguns potenciais benefícios da adição de matéria orgânica já existente (maiores CTC e microporosidade em relação ao solo arenoso), os resultados são menos expressivos.

Em linhas gerais não foi possível encontrar um padrão de incremento nos teores de nutrientes nas folhas em função do aumento da quantidade de nutrientes dos tratamentos de fertilização realizados. Foram encontradas quantidades similares de N, P, Mg, S, B, Fe e Mn nas folhas das plantas estudadas (Tabelas 3 e 4). Porém, o tratamento com 75% de composto orgânico apresentou maior teor foliar de K. Já para Ca, os tratamentos T1,

T2 e T5 foram superiores, não apresentando relação clara entre a adubação com composto orgânico e o teor deste nutriente.

Não foi observada relação entre os tratamentos e os teores de Cu, apesar dos valores diferirem entre os tratamentos. Ao final, analisando o teor de Zn, os tratamentos fertilizados foram superiores à testemunha.

Os valores obtidos no ensaio foram comparados com a faixa de teores adequados para plantas de eucalipto proposto por Van Raij et al. (1997). Deve-se considerar que a fase de desenvolvimento da planta e da folha interferem diretamente nos teores de nutrientes presentes nas folhas. Como o experimento foi de curta duração e realizado em situações controladas e os teores propostos por Van Raij et al. (1997) são para plantas desenvolvidas em situação de cultivo a campo, pode ser que haja distorções nos valores.

Entretanto, todos os tratamentos ficaram acima da faixa aceitável para N e dentro dos parâmetros para P, Cu e Fe (Tabelas 3 e 4). Apenas o T4 atingiu o índice aceitável para K e B. Os teores de todos os tratamentos ficaram abaixo do adequado para Ca, Mg, S, Mn e Zn. Embora não haja estudos similares com eucalipto para comparação, estes resultados sugerem que para estes últimos nutrientes, a aplicação exclusiva do fertilizante orgânico composto proveniente de lodo de esgoto no cultivo de eucalipto não seria suficiente para garantir boa produção, havendo necessidade de complementar a fertilização para fornecer estes nutrientes às plantas.

**Tabela 3.** Teores de macronutrientes nas folhas de plantas de eucalipto cultivadas em casa de vegetação aos 75 dias após o transplantio.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g kg <sup>-1</sup> )					
T1	18,20 a	1,108 a	4,50 bc	3,56 ab	1,26 a	1,12 a
T2	20,40 a	0,91 a	3,48 c	4,22 a	1,44 a	0,86 a
T3	20,80 a	0,85 a	5,91 bc	2,65 b	1,05 a	1,00 a
T4	20,00 a	0,89 a	13,66 a	2,54 b	1,17 a	1,00 a
T5	23,70 a	1,06 a	8,18 b	3,36 ab	1,01 a	0,95 a
CV (%)	18,26	19,78	31,57	35,72	27,35	33,79
Valor de P (ANOVA)	0,27	0,19	0,001	0,33	0,27	0,79
Valores adequados	13-18	0,9-1,3	9,0-13,0	6,0-10,0	3,5-5,0	1,5-2,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p > 0,05$ . T1: testemunha, sem aplicação de composto orgânico; T2, T3 e T4: respectivamente com 25%, 50% e 75% do volume do vaso com composto de lodo de esgoto; T5: adubação mineral. Valores adequados: níveis adequados para cultivo de eucalipto de acordo com Van Raij et al. (1997).

**Tabela 4.** Teores de micronutrientes nas folhas de plantas de eucalipto cultivadas em casa de vegetação aos 75 dias após o transplântio.

Tratamentos	B	Cu	(mg kg <sup>-1</sup> )		
			Fe	Mn	Zn
T1	20,60 a	7,20 b	298,60 a	128,60 a	8,40 b
T2	18,80 a	8,40 ab	430,60 a	204,40 a	17,80 a
T3	22,20 a	15,20 ab	505,60 a	190,60 a	20,40 a
T4	29,00 a	16,60 a	408,20 a	184,00 a	25,00 a
T5	20,20 a	12,60 ab	353,60 a	268,40 a	20,80 a
CV (%)	26,77	40,19	44,32	39,44	23,46
Valor de P (ANOVA)	0,09	0,021	0,44	0,12	0,001
Valores adequados	30-50	7,0-10,0	150-200	400-600	35-50

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p > 0,05$ . T1: testemunha, sem aplicação de composto orgânico; T2, T3 e T4: respectivamente com 25%, 50% e 75% do volume do vaso com composto de lodo de esgoto; T5: adubação mineral. Valores adequados: níveis adequados para cultivo de eucalipto de acordo com Van Raij et al. (1997).

## CONCLUSÕES

A presença de 25, 50 e 75% de composto orgânico proveniente de lodo de esgoto e disposto em vasos não influencia na altura das plantas e nos teores de nutrientes nas folhas de eucalipto aos 75 dias de cultivo. O composto orgânico é similar à adubação convencional no incremento de biomassa. Composto orgânico produzido a partir de lodo de esgoto doméstico apresenta potencial para substituir fertilizantes minerais convencionais no crescimento inicial de plantas de eucalipto.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica ao primeiro autor. À Tera Ambiental pela disponibilização do composto orgânico e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) pelo fornecimento das mudas de eucalipto.

## REFERÊNCIAS

AFÁZ, D.C.S., BERTOLAZI, K.B., VIANI, R.A.G. & SOUZA, C.F., 2016. Composto de lodo de esgoto para o cultivo inicial de eucalipto. *Revista Ambiente & Água*, vol. 12, no. 1, pp. 1-12. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1965>.

AFÁZ, D.C.S., BERTOLAZI, K.B., VIANI, R.A.G. & SOUZA, C.F., 2017. Composto de lodo de esgoto para o cultivo inicial de eucalipto. *Revista Ambiente & Água*, vol. 12, no. 1, pp. 112-123. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1965>.

ANDREOLI, C.V., SPERLING, M.V. & FERNANDES, F., 2001. *Lodos de esgoto: tratamento e disposição final*.

Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 484 p.

BARROS, N.F., NEVES, J.C.L. & NOVAIS, R.F., 2000. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: L.M. GONÇALVES. & V. BENEDETTI, orgs. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, pp. 269-286.

BENINCASA, M.M.P., 2003. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal: FUNEP. 42 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento – MAPA, 2009. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. *Diário Oficial da União*, Brasília, 28 de jul. de 2009. Seção 1, vol. 1, pp. 20.

DIAS, L.P.R., GATIBONI, L.C., BRUNETTO, G., SIMONETE, M.A. & BICARATTO, B., 2015. Eficiência relativa de fosfatos naturais na adubação de plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage em solo sem e com calagem. *Ciência Florestal*, vol. 25, no. 1, pp. 37-48.

GARCIA, G.O., GONÇALVES, I.Z., MADALÃO, J.C., NAZÁRIO, A.A. & REIS, E.F., 2010. Crescimento de mudas de eucalipto submetidas à aplicação de biossólidos. *Ciência Agrônoma*, vol. 41, no. 1, pp. 87-94.

GONÇALVES, J.L.M., VAZ, L.M.S., AMARAL, T.M. & POGGIANI, F., 2000. Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: II Efeito na fertilidade do solo, nutrição e crescimento das árvores. In: BETTIOL, W.

- & CAMARGO, O.A., orgs. *Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto*. São Paulo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pp. 179-196.
- GONÇALVES, J.L.M., 2005 [acesso em 18 Julho 2016]. *Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e Espécies Nativas* [online]. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/adubacao.asp>
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA, 2016 [acesso em 18 Julho 2016]. *Relatório Anual 2016*. São Paulo: IBA. 96 p. Disponível em: [http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)
- LOBO, T.F., GRASSI FILHO, H., CARDOSO, E.J.B.N., ALMEIDA, L.S. & NOMIYAMA JUNIOR, N., 2012. Crescimento e fixação biológica do nitrogênio em soja cultivada com doses de lodo de esgoto compostado. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 33, no. 4, pp. 1333-1342.
- LOPES, J.C., RIBEIRO, L.G., ARAÚJO, M.G. & BERALDO, M.R.B.S., 2005. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. *Horticultura Brasileira*, vol. 23, no. 1, pp. 143-147.
- MELO, W.J. & MARQUES, M.O., 2000. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: W. BETTIOL & O.A. CAMARGO, orgs. *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, pp. 109-141.
- MENDES, H.S.J., PAULA, N.F., SCARPINATTI, E.A. & PAULA, R.C., 2013. Respostas fisiológicas de genótipos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* à disponibilidade hídrica e adubação potássica. *Cerne*, vol. 19, no. 4, pp. 603-611.
- NASCIMENTO, C.W.A., BARROS, D.A.S., MELO, E.E.C. & OLIVEIRA, A.B., 2004. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após a aplicação de lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 28, pp. 385-392.
- NOGUEIRA, A.R.A. & SOUZA, G.B., 2005. *Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 313 p.
- ROCHA, G.N., GONÇALVES, J.L.M. & MOURA, I.M., 2004. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 28, no. 4, pp. 623-639.
- ROCHA, J.H.T., BACKES, C., DIOGO, F.A., PASCOTTO, C.B. & BORELLI, K., 2013. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. *Pesquisa Florestal Brasileira*, vol. 33, no. 73, pp. 27-35.
- ROMEIRO, J.C.T., GRASSI FILHO, H. & MOREIRA, L.L.Q., 2014. Absorção de N, P, K, CA e Mg por laranjeiras ‘pêra’ fertilizadas com lodo de esgoto compostado em substituição à adubação nitrogenada mineral. *Irriga*, vol. 19, no. 1, pp. 82-93.
- SAMPAIO, T.F., GUERRINI, I.A., BACKES, C., HELIODORO, J.C.A., RONCHI, H.S., TENGANELLI, K.M., CARVALHO, N.C. & OLIVEIRA, F.C., 2012. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 36, no. 5, pp. 1637-1645.
- SAMPAIO, T.F., 2010. *Crescimento de espécies nativas da mata atlântica, modificações de atributos físicos do solo e de metais pesados no solo e na planta, em resposta a aplicação de lodo de esgoto*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista. 84 p. Dissertação em Ciência Florestal.
- SETZER, J., 1966. *Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Comissão interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí/CESP. 122 p.
- SILVA, F.A.S. & AZEVEDO, C.A.V., 2009 [acesso em 18 Julho 2016]. Principal Components Analysis in the Software Assistant-Statistical. In: *Proceedings of World Congress on Computers in Agriculture*, 2009. Reno: ASABE. Disponível em: <http://elibrary.asabe.org/azdez.asp?AID=29066&T=2>
- SILVA, F.C., BOARETTO, A.E., BERTON, R.S., ZOTELLI, H.B., PEIXE, C.A. & BERNARDES, E.M., 2001. Efeito do lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 36, no. 5, pp. 831-840.
- VAN RAIJ, B., CANTARELLA, J.A., QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., 1997. *Boletim técnico 100: recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo. 285 p.
- VAZ, L.M.S. & GONÇALVES, J.L.M., 2002. 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*, vol. 26, no. 23, pp. 747-758.