

LAURA OLIVEIRA CLETO DA SILVA

**COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO, ASSOCIADO A FREQUÊNCIA DE
IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO, PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert**

Botucatu

2018

LAURA OLIVEIRA CLETO DA SILVA

**COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO, ASSOCIADO A FREQUÊNCIA DE
IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO, PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Ciência Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Iraê Amaral Guerrini

Coorientadora: Prof^a Dr^a Magali Ribeiro da Silva

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586c	Silva, Laura Oliveira Cleto da, 1992- Composto de lodo de esgoto, associado a frequência de irrigação e fertirrigação, para produção de mudas de <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert / Laura Cleto da Silva. - Botucatu: [s.n.], 2018 107 p.: grafs. color., tabs. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018 Orientador: Iraê Amaral Guerrini Coorientadora: Magali Ribeiro da Silva Inclui bibliografia 1. Árvores - Mudas - Produção. 2. Árvores - Mudas - Irrigação. 3. Adubos compostos. I. Guerrini, Iraê Amaral. II. Silva, Magali Ribeiro da. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.
-------	--

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO, ASSOCIADO À FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO, PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert"

AUTORA: LAURA OLIVEIRA CLETO DA SILVA

ORIENTADOR: IRAÊ AMARAL GUERRINI

COORIENTADORA: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA FLORESTAL, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. IRAÊ AMARAL GUERRINI

Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu



Prof.^a Dr.^a GISELA FERREIRA

Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. JACOB SILVA SOUTO

Engenharia Florestal / Universidade Federal de Campina Grande - Campus de Patos

Botucatu, 22 de novembro de 2018.

Os meus amados pais e Milka,

dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha rocha e fortaleza.

Aos meus amados pais por me darem o privilégio de poder estudar.

À Milka, pelas doces lembranças que enchem meu coração de alegria.

Ao Prof. Dr. Iraê Amaral Guerrini, pela orientação, parceria e amizade.

À Profa. Dra. Magali Ribeiro da Silva, pela coorientação e amizade.

Ao meu noivo Vitor, pelo companheirismo e apoio.

Aos colegas de trabalho, Aline, Deicy, Jhuan, Mônica e Makarrão, por toda ajuda e momentos de descontração, que ajudaram a recuperar o fôlego.

Em especial à Aline Cássia da Fonseca por toda ajuda, colaboração, parceria e amizade.

A todos os funcionários do viveiro, Claudinho, Seu João, Dinho e Chiquinho, que sempre ajudaram quando solicitado, tornando possível a realização deste trabalho.

Ao Projeto “Compostagem do Lodo de Esgoto” SABESP/FAPESP e à equipe integrante. Sou muito grata por fazer parte deste projeto e deste time.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

Não há gratidão maior do que atingir uma meta através do nosso próprio mérito e esforço.

“Tudo vale a pena quando a alma não é pequena.

Deus ao mar, o perigo e o abismo deu, mas nele é que espelhou o céu”.

Fernando Pessoa.

RESUMO

O descarte inadequado do lodo de esgoto tem se tornado um problema ambiental. Em alguns estados brasileiros, como São Paulo, seu uso *in natura* ainda é proibido, portanto, uma alternativa bastante promissora é realizar sua compostagem com outros materiais e emprega-lo como substrato na produção de mudas florestais. O objetivo deste estudo foi avaliar se o composto de lodo de esgoto influenciaria nas variáveis morfológicas e nutricionais das mudas de *Peltophorum dubium*. Foram feitos dois compostos: lodo de esgoto compostado com bagaço-de-cana (LBC) e lodo de esgoto compostado com casca de eucalipto (LCE), ambos na proporção 1:1. Para controle, foi usado um substrato comercial. Foram realizados dois experimentos, utilizando os mesmos substratos e a mesma espécie vegetal. O primeiro experimento foi realizado em esquema Fatorial 3x3 inteiramente casualizado, testando três frequências de irrigação: duas, três e quatro vezes ao dia. O segundo experimento foi realizado em esquema Fatorial 4x3 inteiramente casualizado: quatro doses crescentes de fertirrigação: zero, dose padrão, dose duplicada e dose quadruplicada e três substratos. Para avaliar o desenvolvimento das mudas, avaliou-se: altura (H), diâmetro de colo (DC), relação H/D, massa seca aérea e radicular, Índice de cor verde, Índice de Qualidade de Dickson (IQD), perda de água por lixiviação, água retida no substrato, teor e acúmulo de nutrientes no tecido vegetal. As mudas produzidas em composto de lodo de esgoto com casca de eucalipto (LCE) submetidas às frequências de duas ou três vezes ao dia, recebendo a dose padrão de fertirrigação duas vezes por semana, apresentaram os melhores resultados para todas as variáveis.

Palavras-chave: Compostagem. Biossólido. Água. Viveiro florestal. Espécie nativa.

ABSTRACT

The inadequate disposal of sewage sludge has increasingly become an environmental problem. In some Brazilian States, especially in the State of São Paulo, the use of this compound *in natura* is still very restrict. Thus, a promising solution for this environmental problem is to compost sewage sludge with other compounds and use it as substrate in forest seedling productions. In this context, the present research evaluated the influence of the composted sewage sludge in morphological, physiological and nutritional variables on seedlings of *Peltophorum dubium*. Two different compounds were applied: sewage sludge composted with eucalyptus bark (LCE) and sewage sludge composted with sugarcane bagasse (LBC). Both compounds were made in 1:1 proportions. A commercial substrate was utilized for control. Two experiments were conducted with the same substrates and the same species. The first experiment was completely randomized in a 3x3 factorial design, and three frequencies of irrigation were tested: two, three and four per day. The statistical design of the second experiment was one factorial (3X4) completely randomized three substrates and four doses of fertirrigation: zero, control dose, duplicated dose and quadruplicated dose. To evaluate the development of the seedling's morphological variables, the following features were measured monthly: plant height, stem diameter ratio, shoot/root ratio, leaf dry mass, root dry mass, total dry mass, green color index, Dickson quality index (IQD), water loss through leaching, substrate water retain capacity and nutritional content and accumulation of the plant tissue. The seedlings produced with sewage sludge composted with eucalyptus bark showed the best average of height and stem diameter ratio while submitted to irrigation frequencies of two or three times per day and control dose of fertirrigation two times per week.

Keywords: Composting. Biosolid. Water. Forest nursery. Native species.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - pH e condutividade elétrica (EC) em milisiemens (mS^{-1}) dos substratos submetidos à dose zero	79
Figura 2 - pH e condutividade elétrica (EC) em milisiemens (mS^{-1}) dos substratos antes de receber a dose de fertirrigação padrão (1x).....	80
Figura 3 - pH e condutividade elétrica (EC) em milisiemens (mS^{-1}) dos substratos após receber a dose de fertirrigação padrão (1x).....	80
Figura 4 - pH e condutividade elétrica (EC) em milisiemens (mS^{-1}) dos substratos antes de receber a dose de fertirrigação duplicada (2x).....	81
Figura 5 - pH e condutividade elétrica (EC) em milisiemens (mS^{-1}) dos substratos após receber a dose de fertirrigação duplicada (2x).....	81
Figura 6 - pH e condutividade elétrica (EC) em milisiemens (mS^{-1}) dos substratos antes de receber a dose de fertirrigação quadruplicada (4x)	82
Figura 7 - pH e condutividade elétrica (EC) em milisiemens (mS^{-1}) dos substratos após receber a dose de fertirrigação quadruplicada (4x)	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Altura inicial das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> aos 60 dias após a semeadura, antes da instalação do experimento	38
Tabela 2 - Análise química de macro (g kg ⁻¹) e micronutrientes (mg kg ⁻¹) disponíveis nos substratos	40
Tabela 3 - pH e condutividade elétrica em milisiemens (mS ⁻¹) dos substratos utilizados	40
Tabela 4 - Análise física dos substratos: macroporosidade, microporosidade, porosidade total (PT), capacidade de retenção de água (RA), pH e condutividade elétrica (EC)	42
Tabela 5 - Efeito dos substratos e das frequências de irrigação na altura (cm) das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura.....	43
Tabela 6 - Efeito dos substratos e das frequências de irrigação no diâmetro de colo (mm) das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura...	44
Tabela 7 - Efeito dos substratos e das frequências de irrigação na relação altura/diâmetro (H/D) das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após semeadura	45
Tabela 8 - Índice de Cor Verde (I.C.V.) para avaliação de N (nitrogênio) nas folhas de <i>Peltophorum dubium</i> , 150 dias após a semeadura	45
Tabela 9 - Massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) em gramas das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> , 150 dias após a semeadura.....	46
Tabela 10 - Qualidade das raízes das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura	47
Tabela 11 - Qualidade das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> pelo Índice de Qualidade de Dickson (IQD) 150 dias após a semeadura	47
Tabela 12 - Teor e acúmulo de macronutrientes encontrados na parte aérea das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> em função dos substratos e da frequência de irrigação, 150 dias após a semeadura	48
Tabela 13 - Teor e acúmulo de micronutrientes encontrados na parte aérea das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> em função dos substratos e da frequência de irrigação, 150 dias após a semeadura	50

Tabela 14 - Teor e acúmulo de macronutrientes no sistema radicular das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> em função dos substratos e da frequência de irrigação, 150 dias após a semeadura	51
Tabela 15 - Teor e acúmulo de micronutrientes no sistema radicular das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> em função dos substratos e da frequência de irrigação, 150 dias após a semeadura	52
Tabela 16 - Acúmulo de macronutrientes na massa seca total das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> em função dos substratos e da frequência de irrigação, 150 dias após a semeadura	54
Tabela 17 – Retenção de água dos substratos e perda de água por lixiviação	55
Tabela 18 - Altura inicial das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> aos 60 dias após a semeadura, antes da instalação do experimento	72
Tabela 19 - Análise química dos macronutrientes (g kg^{-1}) e dos micronutrientes (mg kg^{-1}) disponíveis nos substratos antes da instalação do experimento ...	72
Tabela 20 - Análise química dos macronutrientes (g kg^{-1}) disponíveis nos substratos ao final do experimento, em função dos tratamentos	73
Tabela 21 - Análise química dos micronutrientes disponíveis nos substratos ao final do experimento, em função dos tratamentos	73
Tabela 22 - Análise física dos substratos: macroporosidade, microporosidade, porosidade total (PT) e capacidade de retenção de água (RA), pH e condutividade elétrica (EC)	76
Tabela 23 - Efeito dos substratos e das doses crescentes de fertirrigação na altura (cm) das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura.....	76
Tabela 24 - Efeito dos substratos e das doses crescentes de fertirrigação no diâmetro de colo (mm) das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura.....	77
Tabela 25 - Efeito dos substratos e das doses crescentes de fertirrigação na relação altura/diâmetro (H/D) das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura	78
Tabela 26 - Massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) em gramas (g) das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura.....	78

Tabela 27 - Qualidade das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> pelo Índice de Qualidade de Dickson (IQD), 150 dias após a semeadura, em função dos tratamentos	83
Tabela 28 - Teor e acúmulo de macronutrientes encontrados na parte aérea das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura	84
Tabela 29 - Teor e acúmulo de micronutrientes encontrados na parte aérea das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura	85
Tabela 30 - Teor e acúmulo de macronutrientes no sistema radicular das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura	87
Tabela 31 - Teor e acúmulo de micronutrientes no sistema radicular das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura	88
Tabela 32 - Acúmulo de macro e micronutrientes na massa seca total das mudas de <i>Peltophorum dubium</i> 150 dias após a semeadura	89

CAPÍTULO 1

COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert SOB TRÊS FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO

Autores: Laura Oliveira Cleto da Silva, Aline Cássia da Fonseca, Deicy Carolina Lozano Sivilsaca, Magali Ribeiro da Silva, Roberto Lyra Villas Boas, Iraê Amaral Guerrini

RESUMO

Uma alternativa bastante promissora para reaproveitar o lodo de esgoto é realizar sua compostagem com outros materiais e emprega-lo como substrato na produção de mudas florestais. Substratos com lodo de esgoto costumam ser mais densos, apresentando maior capacidade de retenção de água em relação aos substratos comerciais. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar qual frequência de irrigação seria mais adequada de acordo com as características físicas de cada substrato, e se isso influenciaria nas variáveis morfológicas e nutricionais das mudas de *Peltophorum dubium*. Foram feitos dois compostos: lodo de esgoto compostado com bagaço-de-cana (LBC) e lodo de esgoto compostado com casca de eucalipto (LCE), ambos na proporção 1:1. Para controle, utilizou-se um substrato comercial. O experimento foi realizado em esquema Fatorial 3x3 inteiramente casualizado, sendo três substratos e três frequências de irrigação: duas, três e quatro vezes ao dia. Para aferir o desenvolvimento das mudas, avaliou-se altura (H), diâmetro de colo (DC), relação H/D, massa seca aérea e radicular, Índice de cor verde, Índice de Qualidade de Dickson (IQD), perda de água por lixiviação, água retida no substrato, teor e acúmulo de nutrientes no tecido vegetal. As mudas produzidas em composto de lodo de esgoto com casca de eucalipto (LCE) submetidas às frequências de duas ou três vezes ao dia, recebendo a dose padrão de fertirrigação duas vezes por semana, apresentaram os maiores resultados para todas as variáveis.

Palavras-chave: Compostagem, canafístula, viveiro florestal, biossólido, água.

ABSTRACT

A promising alternative to reuse sewage sludge is to compost it with other compound materials and apply as substrate in seedling production. When compared with commercial substrates, sewage sludge substrate are usually more dense with higher capability of water retention, influencing on seedling development. Thus, this study evaluated the sewage sludge compound with different frequencies of irrigation and the effect in morphological and nutritional variables in *Peltophorum dubium* seedlings. The objective of this study was to evaluate if different irrigation frequencies influenced in morphological, physiological and nutritional variability in seedlings of *Peltophorum dubium*. For this work, two composts were produced: sewage sludge composted with eucalyptus bark (LCE) and sewage sludge composted with sugarcane bagasse (LBC), both in 1:1 proportion. Commercial substrate was used for control. This study was completely randomized in a 3x3 factorial design, which three substrates and frequencies of irrigation were tested: two, three and four per day. The evaluated parameters were: plant height, stem diameter ratio, shoot/root ratio, leaf dry mass, root dry mass, total dry mass, green color index, Dickson quality index (IQD), water loss through leaching, substrate water retain capacity and nutritional content and accumulation of the plant tissue. The seedlings produced with sewage sludge composted with eucalyptus bark, with irrigation frequencies of two or three times a day and fertirrigation applied two times a week showed the best results, compared with other variables.

Keywords: Composting, canafístula, forest nursery, biosolid, water.

1.1 INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é o resíduo sólido produzido ao final do tratamento de esgoto. A quantidade produzida deste resíduo é proporcional ao tamanho populacional. O Estado de São Paulo é o estado com a maior porcentagem de coleta de esgoto (75,39%) e esgoto tratado (70,92%) (CASTRO; SILVA; SCALIZE, 2015).

Entretanto, muitas vezes este resíduo é descartado de forma inapropriada, causando danos ao meio ambiente. Dessa forma, é de extrema importância o desenvolvimento de alternativas seguras para que resíduos orgânicos possam ser reaproveitados.

Como não houve diferença entre as proporções volumétricas de lodo de esgoto e material estruturante, adotou-se a proporção 1:1, com a finalidade de se utilizar a maior quantidade de lodo possível, dando um fim ao resíduo.

O composto de lodo de esgoto com casca de eucalipto (LCE) submetido à lâmina de 12 milímetros, nas frequências de irrigação de duas e três vezes ao dia demonstrou ser o substrato mais viável para a produção de mudas de *Peltophorum dubium*, beneficiando a maioria das variáveis morfológicas e nutricionais analisadas.

O composto de lodo de esgoto com bagaço-de-cana, independentemente da frequência de irrigação, promoveu as piores médias para a maioria das variáveis, não sendo recomendado para produção de mudas de *Peltophorum dubium*.

1.5 CONCLUSÃO

O substrato LCE associado às frequências de irrigação de duas e três vezes resultou na produção de mudas de *Peltophorum dubium* com maior qualidade de acordo com o Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Desta forma, recomenda-se o uso do composto de lodo de esgoto com casca de eucalipto (LCE) na proporção 1:1 associado as frequências de duas ou três vezes ao dia, para produção de mudas de *Peltophorum dubium*, do ponto de vista sustentável e ambiental.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; OLIVEIRA, R. R.; FERREIRA, D. H. A. A. Caracterização e potencial de substratos formulados com biossólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell) Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n.4, 2017.

ALMEIDA, S. L.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.

ANDRADE, M. C.; MINHONI M. T. A.; SANSÍGOLO, C. A.; ZIED, D. C.; SALES-CAMPOS, C. Estudo comparativo da constituição nutricional da madeira e casca de espécies e clones de eucalipto visando o cultivo de shiitake em toras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 183-192, 2011.

BEESON JÚNIOR., R. C. Modelling actual evapotranspiration of *Ligustrum japonicum* from rooted cuttings to commercially marketable plants in 12 liters black polyethylene containers. **Acta Horticulturae**, v. 664, p. 71-77, 2004.

BERTOLINI, I. C.; DEBASTIANI, A. B.; BRUN, E. J. Caracterização silvicultural da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 2, p. 67-76, 2015.

BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. Uso do lodo de esgoto na agricultura. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A.; PIRES, A. M. M. (Orgs). **Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a Resolução n. 375 do CONAMA**. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 31-50.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Lodo de Esgoto. Impactos Ambientais na Agricultura**. Edição: 1. Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna/SP, p. 17-44, 2006.

BIANCHI, C. A. M. Avaliação de indicadores da condição hídrica em milho sob diferentes níveis de água, em semeadura direta e convencional. 2004. 109f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2004.

BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BRIGGS, J.; WHITWELL, T.; RILEY, M. B.; LEE, T. Cyclic irrigation and grass waterways combine to reduce isoxaben losses from container plant nurseries. **Journal of Environmental Horticulture**, Clemson, v. 16, n. 4, p. 235-238, 1998.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; LOPES, N. F.; SANTOS, G. R. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 165 - 176, 2017.

CARGNELUTTI, A.F.; ARAÚJO, M.M.; GASPARIN, E.; AVILA, A.L. Dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de mudas de *Cabralea canjerana*. **Ciência Rural**, Santa Maria, n.7, p.1204-1211, 2012.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Folha de Viçosa, 1995. 451 p.

CARVALHO, P. E. R. Circular Técnica, Canafístula. **EMBRAPA, 2002**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/306466/1/CT0064.pdf>> Acesso em: 07/02/2018.

CASTRO, A. L. F. G.; SILVA, O. R.; SCALIZE, P. S. Cenário da disposição do lodo de esgoto: uma revisão das publicações ocorridas no Brasil de 2004 a 2014. **Multi-Science Journal**, Urutá, v. 1, n. 2, p. 66-73, 2015.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Macronutrients in production of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. seedlings in red yellow ultisol of the zona da mata, MG region. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n.3, 2011.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

DELGADO, L. G. M. **Qualidade morfológica de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. sob diferentes manejos hídricos**. 2012. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

FARIA, M. F.; GUERRINI, I. A.; OLIVEIRA, F. C.; SATO, M. I. Z.; HACHICH, E. M.; PASSOS, J. R. S.; GOULART, L. M. L.; SILVA, T. T. S.; GAVA, J. L.; FURCHES, J. C.; JAMES, J.; HARRISON, R. B. Persistence of *Ascaris* spp. ova in tropical soil cultivated with Eucalyptus and fertilized with municipal biosolids. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 46, n. 3, p. 522-527, 2017.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETTO, S. P. de; MANARA, M. P.; STAPE, José Luiz. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: *Nutrição e fertilização florestal* [S.l: s.n.], 2000.

GROSSNICKLE, S. C. The importance of root growth in overcoming planting stress. **New Forests**, v. 30, n. 2-3, p. 273-294, 2005.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos. Compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

JOO, S. H.; MONACO, F. D.; ANTMANN, E.; CHORATH, P. Sustainable approaches for minimizing biosolids production and maximizing reuse options in sludge management: A review. **Journal of Environmental Mangement**, v. 158, p. 133-145, 2015.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A.C.; SOUZA, V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

LEA-COX, J. D.; ROSS, D. S.; TEFFEAU, K. M. A water and nutrient management planning process for container nursery and greenhouse production systems in Maryland. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 19, n. 4, p. 226-229, 2001.

LOPES, J. L. W; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios de aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MANGIAFICO, S. S.; ZURAWSKI, D.; MOCHIZUKI, M. J.; NEWMAN, J. P. Adoption of sustainable practices to protect and conserve water resources in container nurseries with greenhouse facilities. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 797, p. 367-372, 2008.

MONTAGUE, T.; KJELGREN, R. Use of thermal dissipation probes to estimate water loss of containerized landscape trees. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 24, n. 2, p. 95-104, 2006.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003.

OLIVEIRA, C. D. C.; GONZAGA, L. M.; CARVALHO, J. A.; MELO, L. A.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Riqueza de mudas de espécies florestais nativas potencialmente produzidas na Bacia do Rio Grande, MG. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 37, n. 90, p. 159-170, 2017.

PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SILVA, F. F.; SILVA, P. A.; ITAVO, L. C. V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, p. 1071-1077, 2004.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura e sapd e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SANTOS, L. C.; ZOCOLER, J. L. Avaliação técnica e de custos do uso de injetor tipo venturi associado à bomba centrífuga versus bomba do tipo pistão na quimigação via pivô central. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 799-810, 2015.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A.; SANTOS, K. G. Crescimento e Nutrição de Mudas de Lafoensia pacari com Lodo de Esgoto. **Floram**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 55-65, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 918 p.

TATAGIBA, S. D.; XAVIER, T. M. T.; TORRES, H.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S. Determinação da máxima capacidade de retenção de água no substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 745-754, 2015.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.31, n. 64, p. 150-162, 2003.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. atributos físicos e químicos de substratos Compostos por biossólidos e casca de Arroz carbonizada. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 657-665, 2014.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; NETO, D. D.; OLIVEIRA, R. F.; PERES, L. E. P.; MARTIN, T. N; MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G. Relações entre o potencial e a temperatura da folha de plantas de milho e sorgo submetidas a estresse hídrico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 555-561, 2007.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil; 2002. 145 p.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n.2, p. 209-220, 2007.

WILSON, B. C.; JACOBS, D. F. Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. **New Forests**, v. 31, n. 3, p. 417-433, 2006.

CAPÍTULO 2

COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert ASSOCIADO A DOSES CRESCENTES DE FERTIRRIGAÇÃO

Autores: Laura Oliveira Cleto da Silva, Aline Cássia da Fonseca, Magali Ribeiro da Silva, Caroline de Moura D'Andréa Mateus, Iraê Amaral Guerrini

RESUMO

O lodo de esgoto puro é rico em matéria orgânica, macro e micronutrientes essenciais às plantas. Porém, quando compostado, o teor de nutrientes sofre diluição, podendo ser necessário a complementação com fertilizantes químicos. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho do lodo de esgoto compostado no desenvolvimento das mudas de *Peltophorum dubium* com e sem adubação química. O experimento foi realizado em esquema Fatorial 4x3 inteiramente casualizado, sendo quatro doses de fertirrigação: zero, padrão, duplicada e quadruplicada e três substratos: substrato comercial utilizado como testemunha, composto de lodo de esgoto com bagaço-de-cana (LBC) e lodo de esgoto compostado com casca de eucalipto (LCE). Para avaliar o desenvolvimento das mudas, realizou-se as seguintes análises: altura (H), diâmetro de colo (DC), relação H/D, massa seca aérea e radicular, Índice de cor verde, Índice de Qualidade de Dickson (IQD), perda de água por lixiviação, água retida no substrato, teor e acúmulo de nutrientes no tecido vegetal. As mudas produzidas no composto de lodo de esgoto com casca de eucalipto (LCE) submetidas a dose padrão e a dose quadruplicada apresentaram as maiores médias para a maioria das variáveis analisadas, sendo necessário, portanto, o uso de fertirrigação.

Palavras-chave: Nutrição mineral, adubação, viveiro, canafístula, biossólido.

ABSTRACT

Pure sewage sludge has high concentrations of organic matter, macro and micronutrients that are essential to plants. When composted with other compounds, part of the nutrients may be diluted and the use fertilizers is necessary. The objective of this study was evaluate if sewage sludge with and without chemical fertilizers would be sufficient for the initial development of seedlings of the *Peltophorum dubium* species in forest nursery. This study was completely randomized in a 4x3 factorial with four dosage of fertirrigation: zero, control, duplicated and quadruplicated. Additionally, three substrates were used: commercial (control), sewage sludge composted with sugarcane bagasse (LBC) and sewage sludge composted with eucalyptus bark (LCE). The evaluated parameters were: plant height, stem diameter ratio, shoot/root ratio, leaf dry mass, root dry mass, total dry mass, green color index, Dickson quality index (IQD), water loss through leaching, substrate water retain capacity and nutritional content and accumulation of the plant tissue. The seedlings produced with sewage sludge composted with eucalyptus bark, with fertirrigation applied two time a week showed the best results, compared with other variables.

Keywords: Mineral nutrition, compost, forest nursery, canafístula, biosolid.

2.1 INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de esgoto (ETEs) geram ao final do processo de tratamento um resíduo denominado lodo de esgoto. Com o aumento da produção deste e de outros resíduos poluentes, devido ao crescimento populacional em regiões urbanas, faz-se necessário encontrar formas de reaproveita-los de forma sustentável.

Por possuir altas concentrações de nutrientes e elevado conteúdo de água e matéria orgânica, o lodo de esgoto apresenta características desejáveis para ser usado como substrato ou fertilizante orgânico na produção de mudas florestais, atuando diretamente no desenvolvimento da planta e contribuindo com o aumento da produtividade (BARONE; SILVA; FERRAZ, 2018).

Embora seus teores de matéria orgânica, nutrientes e metais pesados variem em função dos hábitos alimentares da população, formas de tratamento e sazonalidades (NÓBREGA et al., 2007), mudas florestais produzidas com lodo de

natura. Ainda assim, os autores afirmam que o bio sólido também é um excelente material para ser utilizado como substrato na produção de mudas, pois apresenta elevada carga de nutrientes quando comparado a substratos comerciais. Apesar disso, é necessário conhecer a exigência nutricional das espécies, para que se otimize a disponibilização dos nutrientes para a planta.

2.5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento das mudas de *Peltophorum dubium* na dose zero não foi satisfatório, sendo necessário o uso de fertilizantes, via fertirrigação.

As mudas submetidas à dose padrão e à dose quadruplicada apresentaram médias semelhantes entre si para a maioria das variáveis analisadas. Entretanto, no que concerne à economia com fertilizantes químicos, continua sendo mais vantajoso para o viveirista utilizar a dose padrão.

Recomenda-se, portanto, do ponto de vista ambiental, o uso do lodo de esgoto compostado com casca de eucalipto associado a dose padrão, para a produção de mudas de *Peltophorum dubium*.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; OLIVEIRA, R. R.; FERREIRA, D. H. A. A. Caracterização e potencial de substratos formulados com bio sólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1179-1190, 2017.
- ANDRADE, M. C.; MINHONI M. T. A.; SANSÍGOLO, C. A.; ZIED, D. C.; SALES-CAMPOS, C. Estudo comparativo da constituição nutricional da madeira e casca de espécies e clones de eucalipto visando o cultivo de shiitake em toras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 183-192, 2011.
- BARONE, E.P.; SILVA, A.M.; FERRAZ, M. V. Aproveitamento do lodo de esgoto e da casca de palmito na produção de mudas de *Lantana câmara*. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 12, n. 2, p. 132-143, 2018.
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, 2000.
- BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A.; CARVALHO, S. A. Desenvolvimento de mudas de citrus cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 733-738, 2000.

BERTOLINI, I. C.; DEBASTIANI, A. B.; BRUN, E. J. Caracterização silvicultural da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 2, p. 67-76, 2015.

BEZERRA, F. B.; OLIVEIRA, M. A. C. L.; PEREZ, D. V.; ANDRADE, A. G.; MENEGUELLI, N. A. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 469-476, 2006.

BIANCHI, C. A. M. **Avaliação de indicadores da condição hídrica em milho sob diferentes níveis de água, em semeadura direta e Convencional**. 2004. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BOSA, N.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A.; SUZIN, M. Crescimento de mudas de gipsofila em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 514-519, 2003.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; LOPES, N. F.; SANTOS, G. R. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 165 - 176, 2017.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Folha de Viçosa, 1995. 451 p.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Macronutrients in production of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. seedlings in red yellow ultisol of the zona da mata, mg region. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, 2011.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F.; ARANDA, A. N.; BORTOLAZZO, E. D.; BRAGA, J. S. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 45-50, 2007.

ECKERT, C. T.; FRIGO, E. P.; SANTOS, K. G.; BARICCATTI, R. A.; MELEGARI, S. N.; FRIGO, K. D. A.; SANTOS, R. F. Potencial dendroenergético da espécie *Peltophorum Dubium* (spreng.) Taub. (canafístula) para produção de biocombustíveis sólidos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v. 4, p. 42- 53, 2015.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos, **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GONÇALVES, J. L. de M.; KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDAS, V. M.; GONÇALVES, J. C.; GERES, W. L. de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: II Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, SP, **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.463- 468.

GONÇALVES, J. L. M. SANTARELI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p.309-350. 2000.

GONÇALVES, L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: XIII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; REIS, A.; GRANDO, J. L. Comportamento da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) em viveiro, submetida a diferentes métodos de quebra de dormência e semeadura. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 5, p. 1-18, 1982.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

HECK, K.; MARCO, É. G.; HAHN, A. B. B.; KLUGE, M.; SPILKI, F. R.; SAND, V. D. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.1, p.54–59, 2013.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebenthifolia* Raddi). **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 3, p. 73-86, 2009.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2ed. Guaíba: Agrolivros. 2ª edição, p.45-72, 2005.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

LEGHARI, S. J.; WAHOCHO, N. A.; LAGHARI, G. M.; LAGHARI, A. H.; BHABHAN, G. M.; TALPUR, K. H.; BHUTTO, T. A.; WAHOCHO, S. A.; LASHARI, A. A. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review. **Advances in Environmental Biology**, v. 10, n. 9, p. 209-218, sep., 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios de aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MOROZESK, M.; BONOMO, M. M.; DUARTE, I. D.; ZANI, L. B.; CORTE, V. B. Longevity of native seeds from the Atlantic Forest. **Natureza online**, 2014. Disponível em:

<http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/07_MorozeskMetal_185-194.pdf> Acesso em: 07/05/2018.

NÓBREGA, R. S. A.; VILAS BOAS, R. C.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003.

OREN, R.; SPERRY, J. S.; KATUL, G. G.; PATAKI, D. E.; EWERS, B. E.; PHILLIPS, N.; SCHAFER, K. V. R. Survey and synthesis of intra and interspecific variation in stomatal sensitivity to vapour pressure deficit. **Plant, Cell and Environment**, Glasgow, v. 22, n. 12, p. 1515-1526, 1999.

PEPPER, I. L.; BROOKS, J. P.; GERBA, C. P. Pathogens in Biosolids. **Advances In Agronomy**, v. 90, p. 1-41, 2006.

QUEIROZ, S. O. P.; TESTEZLA, R.; MATSURA, E. E. Avaliação de equipamentos para determinação da condutividade elétrica do solo. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 279-287, 2005.

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C.; DIOGO, F. A.; PASCOTTO, C. B.; BORELLI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 27-36, 2013.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura e sapd e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SANTOS, F. E. V.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V. W.; AZEVEDO, C. H. S.; RANGEL, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 971-979, 2014.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, 2010.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Nursery water management on initial development and quality of *Piptadenia gonoacantha* seedlings. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 91-100, 2015.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - **SNIS** (BRASIL, 2014) Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, p. 181

Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diag2013/Diagnostico_AE2013>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

SOUZA, N. H.; MARCHETTI, M. E.; CARNEVALI, T. de O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. de P. Q.; SILVA, E. F. da. Estudo nutricional (II): Eficiência nutricional em função da adubação com nitrogênio e fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 803-812, 2013.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLETOMBI, R. Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 293-302, 2014.

TRIGUEIRO, R. M. e GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 150-162, 2003.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F. R.; DAVIDE, A. C. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 442-448, 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em ambos os experimentos, o lodo de esgoto compostado com casca de eucalipto demonstrou ser o substrato mais adequado para produção de mudas de *Peltophorum dubium*. Este substrato apresentou as características físicas e químicas mais apropriadas em comparação aos outros substratos utilizados. Além disso, as mudas produzidas neste composto apresentaram o maior crescimento em altura e diâmetro, maior produção de biomassa da parte aérea e radicular e também a maior qualidade pelo Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Dessa forma, recomenda-se o uso do lodo de esgoto compostado com casca de eucalipto submetido às frequências de irrigação de duas e três ao dia, associado à dose padrão de fertirrigação.

Com a crescente demanda por soluções para o reaproveitamento de resíduos orgânicos, uma alternativa bastante viável e sustentável é empregar o lodo de esgoto compostado como substrato na produção de mudas florestais. Portanto, faz-se necessário aumentar a divulgação dos benefícios do lodo de esgoto nas áreas agrícola e florestal. Também é imprescindível que mais estudos sejam realizados a respeito das exigências hídricas e nutricionais das espécies florestais nativas.

REFERÊNCIAS

- ALVES JÚNIOR, J., BARBOSA, L. H. A.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; COSTA, F. R. Cescimento de Mogno Africano submetido a diferentes níveis de irrigação por microaspersão. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 466 – 480, julho -setembro, 2016
- ANDRADE, M. C.; MINHONI M. T. A.; SANSÍGOLO, C. A.; ZIED, D. C.; SALES-CAMPOS, C. Estudo comparativo da constituição nutricional da madeira e casca de espécies e clones de eucalipto visando o cultivo de shiitake em toras. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 183-192, 2011.
- BARONE, E.P.; SILVA, A.M.; FERRAZ, M. V. Aproveitamento do lodo de esgoto e da casca de palmito na produção de mudas de *Lantana câmara*. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 12, n. 2, p.132-143, 2018.
- BEESON JÚNIOR., R. C. Modelling actual evapotranspiration of *Ligustrum japonicum* from rooted cuttings to commercially marketable plants in 12 liters black polyethylene containers. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 664, p. 71-77, 2004.
- BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. Uso do lodo de esgoto na agricultura. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A.; PIRES, A. M. M. (Orgs). **Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a Resolução n. 375 do CONAMA**. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 31-50.
- BERTOLINI, I. C.; DEBASTIANI, A. B.; BRUN, E. J. Caracterização silvicultural da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 2, p. 67-76, 2015.
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 349.
- BEZERRA, F. B.; OLIVEIRA, M. A. C. L.; PEREZ, D. V.; ANDRADE, A. G.; MENEGUELLI, N. A. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 469-476, 2006.
- BOSA, N.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A.; SUZIN, M. Crescimento de mudas de gipsofila em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 514-519, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento – MAPA. 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, DF, 28 de julho de 2009.
- CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; LOPES, N. F.; SANTOS, G. R. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 165-176, 2017.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1-2, p. 19-30, 2000.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.

CARVALHO, P. E. R. Circular Técnica, Canafístula. **EMBRAPA**, 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/306466/1/CT0064.pdf>> Acesso em: 07/02/2018.

CASTRO, A. L. F. G.; SILVA, O. R.; SCALIZE, P. S. Cenário da disposição do lodo de esgoto: uma revisão das publicações ocorridas no Brasil de 2004 a 2014. **Multi-Science Journal**, Urutá, v. 1, n. 2, p. 66-73, 2015.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Macronutrients in production of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. seedlings in red yellow ultisol of the zona da mata, mg region. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 445-457, 2011.

DUTRA T. R.; MASSAD M. D.; SANTANA R. C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, p. 1212-1218, 2012.

ECKERT, C. T.; FRIGO, E. P.; SANTOS, K. G.; BARICCATTI, R. A.; MELEGARI, S. N.; FRIGO, K. D. A.; SANTOS, R. F. Potencial dendroenergético da espécie *Peltophorum dubium* (spreng.) Taub. (canafístula) para produção de biocombustíveis sólidos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v. 4, p. 42- 53, 2015.

FARIA, M. F.; GUERRINI, I. A.; OLIVEIRA, F. C.; SATO, M. I. Z.; HACHICH, E. M.; PASSOS, J. R. S.; GOULART, L. M. L.; SILVA, T. T. S.; GAVA, J. L.; FURCHES, J. C.; JAMES, J.; HARRISON, R. B. Persistence of *Ascaris* spp. ova in Tropical Soil Cultivated with Eucalyptus and Fertilized with Municipal Biosolids. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 46, n. 3, p. 522-527, 2017.

FERREIRA, F. N. A.; FERREIRA, W. M.; MOTA, K. C. N.; NETA, C. S. S.; LARA, L. B.; SANTOS, E. A. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 217-226, 2015.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Maringá**, v. 27, n. 2, p. 209-214, 2005.

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

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; REIS, A.; GRANDO, J. L. Comportamento da canafístula (*Peltophorum dubium* (sprengel) taubert) em viveiro, submetida a diferentes métodos de quebra de dormência e semeadura. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 5, p. 1-18, 1982.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1>. Acesso em: 01/03/2018.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4.ed. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2004. 173 p.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

LEA-COX, J. D.; ROSS, D. S.; TEFFEAU, K. M. A water and nutrient management planning process for container nursery and greenhouse production systems in Maryland. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 19, n. 4, p. 226-229, 2001.

MANGIAFICO, S. S.; ZURAWSKI, D.; MOCHIZUKI, M. J.; NEWMAN, J. P. Adoption of sustainable practices to protect and conserve water resources in container nurseries with greenhouse facilities. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 797, p. 367-372, 2008.

MOROZESK, M.; BONOMO, M. M.; DUARTE, I. D.; ZANI, L. B.; CORTE, V. B. Longevity of native seeds from the Atlantic Forest. **Natureza online**, 2014. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/07_MorozeskMetal_185-194.pdf> Acesso em: 07/05/2018.

MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTOLINI, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Heringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016.

NICODEMO, M. L. F.; PORFIRIO, V.; SANTOS, P. M.; VINHOLIS, M. M. B.; FREITAS, A. R.; CAPUTTI, G. **Desenvolvimento Inicial de Espécies Florestais em Sistema Silvopastoril na Região Sudeste**. 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37616/1/Desenvolvimento-inicial-deespecies.pdf>> Acesso em: 17/06/2018.

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S.; CABRERA, R.; McKENNEY, C.; MACKAY, W. Determining water use and crop coefficients of five woody landscape plants. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 24, n. 3, p. 160-165, 2006.

NÓBREGA, R. S. A.; VILAS BOAS, R. C.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de bio sólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003.

PEDROZA, M. M.; VIEIRA, G. E. G.; SOUSA, J. F.; PICKLER, A. C.; LEAL, E. R.; MILHOMEN, C. C. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 11, n. 16, p. 89, 2010.

PEPPER, I. L.; BROOKS, J. P.; GERBA, C. P. Pathogens in biosolids. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 90, p.1-41, 2006.

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C.; DIOGO, F. A.; PASCOTTO, C. B.; BORELLI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 27-36, 2013.

SANTOS, F. E. V.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V. W.; AZEVEDO, C. H. S.; RANGEL, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira Engenheira Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 971–979, 2014.

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; NASCIMENTO, A. S. Grãos de soja como fonte de urease na amonização do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p. 223-227, 2001.

SENA JÚNIOR, J. A.; BARBOSA, L. H. A.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; COSTA, F. R. Crescimento de mogno africano submetido a diferentes níveis de irrigação por microaspersão. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 466 – 480, 2016.

SILVA, L. T. M. **Morfometria, qualidade do tronco e da copa de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. em povoamento florestal no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação 2007. 76f. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

SHIMIZU, J. Y.; GARRIDO, L. M. A. G.; GARRIDO, M. A.; CARVALHO, P. E. R.; CARPANEZZI, A. A. Variações inter e intrapopulacionais em canafístula. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 14, p. 19-27, 1987.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

TATAGIBA, S. D.; XAVIER, T. M. T.; TORRES, H.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S. Determinação da máxima capacidade de retenção de água no substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 745-754, 2015.

THEBALDI, M. S.; LIMA, L. A.; SILVA, L. A. C.; COLARES, M. F. B.; LIMA, P. L. T. Eficiência de sistemas de irrigação em mudas de espécies florestais nativas produzidas em tubetes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 401-410, 2016.

THOMAZ-SOCCOL, V.; PAULINO, R. C.; PEREIRA, J. T.; CASTRO, E. A.; COSTA, A.O., HENNIG, L.; ANDREOLI, C. Organismos patogênicos presentes em lodo de esgoto a ser aplicado no solo e a Resolução nº 375 do CONAMA. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. **Uso agrícola do lodo de esgoto: Avaliação após a Resolução nº 375 do CONAMA**. FEPAF: Botucatu, p. 83–111. 2010.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLETOMBI, R. Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 293-302, 2014.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de Aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 657-665, 2014.

VENCE, Lilia Beatriz. Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. **Ciencia del Suelo**, Buenos Aires, v. 26, p. 105-114, 2008.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil; 2002. 145 p.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.