



Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb.¹

Júlio César Tannure Faria², Marcos Vinicius Winckler Caldeira³, William Macedo Delarmelina⁴,
Rafael Luiz Frinhanii Rocha⁵

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar o crescimento das mudas de *Senna alata* com uso de diferentes combinações e proporções de resíduos orgânicos, sendo eles: lodo de esgoto, palha de café *in natura* e composto orgânico (palha de café *in natura* e esterco bovino), além do substrato comercial. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, no dia 6 de maio de 2011, sendo montado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). As mudas foram produzidas em tubetes com capacidade de 120 cm³ de substrato, permanecendo 120 dias na casa de sombra e mais 30 dias na área de rustificação. Após 150 dias de crescimento foram mensuradas as seguintes características morfológicas: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação entre altura e diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, massa seca total, relação entre massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular e índice de qualidade de Dickson (IQD). Constatou-se que para a produção de *Senna alata* recomenda-se o uso de 60% lodo de esgoto com 40% composto orgânico ou 20% lodo de esgoto com 80% composto orgânico, pois esses obtiveram as melhores médias nas características morfológicas altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular.

Palavras - chave: Produção de mudas florestais; Lodo de esgoto; Esterco bovino; Palha de café *in natura*.

Use of organic waste substrates in the production of *Senna alata* (L.) Roxb. seedlings

Abstract: The aim of the study was evaluate the growth of seedlings of *Senna alata* using different combinations and proportions of organic waste, which are: sewage sludge, coffee straw *in natura* and organic compost (coffee straw *in natura* and manure) beyond of the commercial substrate. The experiment was conducted in the Nursery for the Center Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo, on May 6, 2011, and mounted in a completely randomized design (CRD). The seedlings were grown in plastic pots with a capacity of 120 cm³ of substrate remaining 120 days in the shade and another 30 days in the area of rustication. After 150 days of growth were measured the following morphological characteristics: shoot height, stem diameter, ratio between plant height and stem diameter, shoot dry mass, dry mass of root system, total dry mass, dry mass ratio of shoot/root dry mass and Dickson quality index (IQD). It was found that for the production of *Senna alata* is recommended the use of 60 % sewage sludge with 40% organic compost or 20% sewage sludge with 80 % organic compost, these being the ones that achieved the best average morphological characteristics plant height, stem diameter, shoot dry mass, root dry mass.

Keywords: Forest seedling production; Sewage sludge; Bovine manure; Coffee straw *in natura*.

¹ Recebido em 19.10.2013 e aceito para publicação como **artigo científico** em 05.05.2014.

² Mestrando em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), BR 465 - Km 07; CEP: 23.890-000, Seropédica/RJ. email: <julio_tannure@hotmail.com>.

³ D.Sc. Prof. Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário, s/n - Guararema. CP 16, CEP: 29500-00 - Alegre/ES. e-mail: <mvwcaldeira@gmail.com>; <caldeiamv@pq.cnpq.br>. Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. Autor para correspondência.

⁴ Mestrando em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário, s/n - Guararema. CP 16, CEP: 29500-00 - Alegre/ES. e-mail: <williamdm@hotmail.com>.

⁵ Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre. Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) Km 47, Distrito de Rive, Caixa Postal 47 29500-000, Alegre/ES. email: <rafaelfrinhanii@gmail.com>

Introdução

As questões ambientais vêm sendo bastante discutidas nos últimos anos uma vez que os problemas relativos ao meio ambiente estão tornando-se cada vez mais críticos, cumulativos e com reflexos significativos nos setores de produção. A busca por soluções e alternativas que causem menores riscos e impactos ambientais envolve efetivamente a aplicação de melhores práticas de gerenciamento, o uso correto de recursos através da redução na fonte, eficiência no uso de energia, reaproveitamento dos materiais que entram no sistema durante a produção e consumo reduzido de água (GOMES et al., 2006).

Nos viveiros florestais a produção de mudas constitui uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, sendo altamente dependente da utilização de insumos (SILVEIRA et al., 2002). Nesta etapa, o substrato é um dos insumos que têm se destacado em importância devido à sua ampla utilização na produção de mudas (CORREIA et al., 2003; CALDEIRA et al., 2013a; 2013b).

A formulação de um bom substrato tem por finalidade garantir o crescimento de uma planta com qualidade, e seu diferencial será em relação ao intervalo de tempo e o custo de aquisição (CUNHA et al., 2006). Suas funções são promover suporte às plantas, proporcionar a translocação de água no sistema solo-planta-atmosfera, disponibilizar nutrientes, condutividade elétrica adequada e oferecer pH compatível, além de apresentar ausência de elementos químicos em níveis tóxicos (CARNEIRO, 1995).

A utilização de resíduos orgânicos urbanos na composição de substratos é uma alternativa que pode ser viável na produção de mudas, como é o caso do esgoto urbano, cujo material é composto basicamente de matéria orgânica (SANTOS, 2013). O lodo de esgoto, nome comercial do lodo de esgoto após sofrer um processo de estabilização, constitui a parte sólida do esgoto. Este resíduo pode ser usado como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, considerando seu teor de matéria

orgânica e nutriente (MELO et al., 1994; VANZO et al., 2001).

No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso de lodo de esgoto tem sido uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes demonstrando resultados satisfatórios quando combinado como componente orgânico na formulação de substratos (TELES et al., 1999; GUERRINI; TRIGUEIRO, 2003; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011; CALDEIRA et al., 2012a; 2012b; 2012c; CALDEIRA et al., 2013a; 2013b). Entretanto, como o lodo de esgoto contém elevadas concentrações de contaminantes, como metais tóxicos e contaminantes orgânicos provenientes de indústrias e de esgotos domésticos, essa prática pode resultar em adição direta de diversos patógenos (coliformes fecais, protozoários, entre outros) de substâncias químicas não desejadas no solo agricultável e conseqüentemente na cadeia alimentar (substâncias derivadas de petróleo, medicamentos, produtos de limpeza, solventes, pesticidas), devendo-se ter cautela em sua aplicação no solo e seguir cuidadosamente os padrões impostos pela legislação vigente da resolução CONAMA – 375/2006 (BRASIL, 2006; CORRÊA et al., 2007; SAITO, 2007).

O uso de espécies leguminosas na recuperação de áreas degradadas vem sendo implantada devido a suas vantagens, como rápido crescimento e recobrimento do solo, capacidade de fixação de nutrientes, principalmente o nitrogênio, auxílio contra ação de plantas invasoras (FRANCO et al., 1994; NAU; SEVEGNANI, 1997).

O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) é pantropical com 260 espécies, das quais 200 ocorrem no continente americano. A espécie florestal *Senna alata* é conhecida popularmente como “candelabro” e segundo Dimitri e Alberti (1954), suas folhas novas são purgantes, diuréticas, febrífugas e sudoríficas. Provavelmente nativa do Norte da América do Sul, é naturalizada e cultivada desde os Estados Unidos da América até a Argentina (IRWIN; BARNEBY, 1982). Embora a espécie *Senna alata* não seja muito estudada, seu gênero



é utilizado para estudos em recuperação de áreas degradadas como fixadoras de nitrogênio do solo.

O presente estudo teve por objetivo verificar o potencial do uso do lodo de esgoto, palha de café *in natura* e esterco bovino na formulação de substratos para a produção de mudas de *Senna alata*, bem como analisar as propriedades químicas e físicas dos tratamentos.

Material e métodos

A produção das mudas de *Senna alata* foi conduzida no Viveiro Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado na Rodovia Cachoeiro-Alegre, km 06 (Área Experimental I) no município de Alegre-ES, situado na latitude 20°45'00" S e longitude 41°29'15" W, com a altitude média de 120 m. O clima da região enquadra-se no tipo Aw (estação chuvosa no verão e seca no inverno), de acordo com a classificação de Köppen, sendo a temperatura média anual de 23 °C e precipitação anual em torno de 1.200 mm (PEZZOPANE et al., 2004; PEEL et al., 2007).

Foram testados três tipos de resíduos orgânicos na formulação dos substratos, sendo eles, (1) lodo de esgoto (LE), (2) palha de café *in natura* (PC *in natura*) e (3) composto orgânico (CO), além de (4) substrato comercial (SC) (60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal). O experimento foi instalado no dia 6 de maio de 2011.

O lodo de esgoto utilizado foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da empresa Foz do Brasil S.A., localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, região sul do Estado

do Espírito Santo. O resultado da análise química do lodo de esgoto pode ser visualizado na Tabela 1, conforme a resolução do CONAMA – 375/2006 está apto para uso em ambientes agrícolas, exceto para culturas alimentícias. O material ficou exposto a pleno sol em ambiente aberto por 30 dias, e foi posteriormente passado por uma peneira de aço com malha de 2 mm para homogeneização das partículas.

O esterco bovino utilizado foi proveniente das atividades pecuárias da área experimental I/CCA-UFES. A palha de café *in natura* foi doada por produtores agrícolas do município de Muniz Freire-ES. O composto orgânico foi formulado utilizando iguais proporções (1:1 volume) de esterco bovino e palha de café *in natura* os quais foram misturados até atingir homogeneidade. Em seguida, o composto permaneceu exposto a pleno sol em ambiente aberto por cerca de 60 dias. Depois de curtido o composto orgânico foi peneirado (peneira de 3 mm de malha).

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado, constituindo dez tratamentos com cinco repetições de oito mudas cada. As composições de todos os tratamentos podem ser conferidas na Tabela 2.

No momento da mistura dos componentes, foram adicionados 750 g de sulfato de amônio (20% N); 1667 g de superfosfato simples (18% P₂O₅) e 100 g de cloreto de potássio (60% K₂O) por m³ de substrato, conforme recomendação proposta por Gonçalves et al. (2000). Optou-se por utilizar fertilizantes granulados, pela facilidade de homogeneização no substrato. A calagem, a adubação suplementar com micronutrientes e a adubação de cobertura não foram realizadas.

Tabela 1 – Análise química do lodo de esgoto de filtro anaeróbico proveniente da Foz do Brasil S.A. na Estação de Tratamento de Esgoto de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Table 1 – Chemical analysis of sewage sludge from anaerobic filter from the Foz do Brazil SA in Station Wastewater Treatment of Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Elementos	Resultados Analíticos ¹	Resolução nº 375/2006 CONAMA ²
Arsênio	< 0,5 mg dm ⁻³	41 mg kg ⁻¹
Bário	156 mg dm ⁻³	1300 mg kg ⁻¹
Cádmio	< 0,053 mg dm ⁻³	39 mg kg ⁻¹
Chumbo	29 mg dm ⁻³	300 mg kg ⁻¹
Cobre	98 mg dm ⁻³	1500 mg kg ⁻¹
Cromo	26 mg dm ⁻³	1000 mg kg ⁻¹
Molibdênio	3,5 mg dm ⁻³	50 mg kg ⁻¹
Níquel	11 mg dm ⁻³	420 mg kg ⁻¹
Selênio	< 0,5 mg dm ⁻³	100 mg kg ⁻¹
Zinco	409 mg dm ⁻³	2800 mg kg ⁻¹
Fósforo Total	4128 mg dm ⁻³	-
pH (Suspensão a 5%)	5,2	-
Enxofre	1,30%	-
Nitrogênio Total Kjeldahl	5646 mg dm ⁻³	-
Nitrogênio Amoniacal	60 mg dm ⁻³	-
Carbono Orgânico Total	16%	-
Potássio	1623 mg dm ⁻³	-
Sódio	399 mg dm ⁻³	-

¹ Resultados com base fornecidos pela Foz do Brasil S.A.; ² Limites máximos de concentração exigido pelo CONAMA 375/2006 (BRASIL, 2006).

Tabela 2 – Proporção dos materiais (%) que compõem os substratos (tratamentos) para produção de mudas de *Senna alata*.

Table 2 – Percentage of materials (%) comprising the substrates (treatments) for seedlings of *Senna alata*.

Tratamento	LE ¹	PC <i>in natura</i> ²	CO ³
T1	80	20	-
T2	40	60	-
T3	60	40	-
T4	20	80	-
T5	80	-	20
T6	40	-	40
T7	60	-	60
T8	20	-	80
T9	100	-	-
T10	Testemunha (SC) ⁴		

¹ Lodo de Esgoto (LE), ² Palha de Café *in natura* (PC *in natura*), ³ Composto Orgânico (CO) (Palha de café *in natura* + Esterco Bovino), ⁴ Substrato Comercial (SC) (60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal).



Antes da semeadura, foi realizada a análise química para a determinação dos teores disponíveis de nutrientes nos substratos, conforme método descrito pela Embrapa (2009) (Tabela 3). As análises foram realizadas no laboratório de Recursos Hídricos/DCFM/CCA-UFES, Jerônimo Monteiro-ES.

A análise física foi realizada no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), conforme metodologia da Instrução Normativa nº 17 do Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007). Determinou-se o volume total de poros (VTP), macroporosidade (MACROP), microporosidade (MICROP) e densidade (DENS) dos tratamentos (Tabela 4).

As sementes de *Senna alata* foram adquiridas pela Reserva Natural Vale e, antes da semeadura, passaram por um processo de quebra de dormência com auxílio de uma tesoura, realizando um corte na parte alada da semente.

Tabela 3 – Teores totais de macro e micronutrientes, matéria orgânica (MO) e carbono orgânico dos substratos formulados para produção de *Senna alata*, antes da semeadura.

Table 3 – Levels of total macro-and micronutrients, organic matter (MO) and organic carbon substrates formulated for production of *Senna alata*, before sowing.

Tratamentos	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	C	MO	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	H ₂ O	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹					
PC <i>in natura</i> ¹	6,8	11,6	1,1	0,8	29	4,2	0,4	180	300	25	7625	79	6	11,1
CO ²	6,9	9,8	3,0	1,5	8,9	4,8	0,9	80	130	121	17925	296	14	10,1
T1	4,4	19,6	6,0	4,5	8,5	2,2	3,2	130	220	358	20650	115	52	16,4
T2	4,7	13,7	4,7	7,9	6,4	1,5	2,1	180	300	222	13475	93	39	24
T3	5,0	17,2	3,9	11,4	5,8	1,6	1,6	190	330	151	9850	78	39	24,4
T4	5,3	13,7	3,2	16,2	5,3	1,3	1,5	220	370	85	6650	77	25	28,5
T5	4,4	13,7	5,0	0,9	6,3	2,3	2,4	90	160	286	17225	124	41	5,2
T6	4,7	11,9	5,7	1,2	15,1	2,7	2,5	90	150	292	20275	144	44	6,4
T7	5,3	11,9	5,0	1,7	8,1	3,3	2,1	90	150	242	19550	185	40	9,5
T8	5,9	9,1	3,9	2,0	8,6	4,1	1,4	90	150	172	17900	203	24	8,5
T9 ³	4,0	11,9	5,7	0,7	6,0	2,2	3,4	80	140	350	18875	131	62	5,6
T10 ⁴	6,6	10,5	3,2	1,6	49,8	28,8	1,1	80	150	63	17575	238	14	16,4

¹Palha de Café *in natura*, ²Composto Orgânico (Palha de café *in natura* + Esterco bovino), ³100% de Lodo de Esgoto, ⁴Substrato Comercial

Tabela 4 – Valores médios de volume total de poros (VTP), macroporosidade (MACROP) e microporosidade (MICROP) e densidade (DENS) dos substratos formulados com resíduos orgânicos.

Table 4 – Mean values of total pore volume (VTP), macroporosity (MACROP) and micro (MICROP) and density (DENS) of substrates formulated with organic waste.

Tratamento	VTP	MACROP	MICROP	DENS
		%		g cm ⁻³
T1 (80%LE+20%PC <i>in natura</i>)	75	28	47	0,183
T2 (60%LE+40%PC <i>in natura</i>)	73	26	47	0,167
T3 (40%LE+60%PC <i>in natura</i>)	73	29	44	0,103
T4 (20%LE+80%PC <i>in natura</i>)	72	31	41	0,049
T5 (80%LE+20%CO)	75	26	49	0,183
T6 (60%LE+40%CO)	76	26	50	0,147
T7 (40%LE+60%CO)	73	25	48	0,117
T8 (20%LE+80%CO)	75	25	50	0,101
T9 (100%LE)	75	23	52	0,211
T10 (Substrato Comercial)	85	33	52	0,320

A sementeira foi realizada diretamente, sendo semeadas três sementes por recipiente. Após a germinação (± 20 dias) foi realizado o raleio, deixando uma muda por recipiente. Os substratos correspondentes aos tratamentos foram alocados em tubetes com capacidade para 120 cm³ de substrato os quais foram acondicionadas em bandejas de polipropileno com capacidade de 54 tubetes espaçados, sendo estas bandejas dispostas em canteiro suspensos a 80 cm do solo dentro da casa de sombra, coberta com tela, a qual permite a passagem de 75% da luminosidade. As mudas permaneceram na casa de sombra durante 120 dias e mais 30 dias na área de rustificação, sendo irrigadas quatro vezes ao dia, por sistema de irrigação automático. Em dias chuvosos, a irrigação foi cessada.

Aos 150 dias após a sementeira, as mudas foram mensuradas: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), relação entre altura e o diâmetro do coleto (HDC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RMSPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

O diâmetro do coleto foi medido com o auxílio de um paquímetro digital e a altura com

régua milimetrada, tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical). Para a obtenção da massa seca da parte aérea e da massa seca do sistema radicular foi realizada a pesagem das partes vegetais em separado após a secagem destas em estufa de circulação de ar forçada a 70°C, por um período de aproximadamente 72 h. O Índice de Qualidade de Dickson foi obtido pela fórmula de Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST_{(g)}}{H_{(cm)}/DC_{(mm)} + MSPA_{(g)}/MSR_{(g)}}$$

Em que: MST_(g) = Massa seca total; H_(cm) = Altura da parte aérea; DC_(mm) = Diâmetro do coleto; MSPA_(g) = Massa seca da parte aérea; MSR_(g) = Massa seca do sistema radicular

Os dados analisados foram submetidos à análise estatística (ANOVA) através de comparação de médias pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR[®].

Resultados e Discussão

Na análise da característica morfológica, altura da parte aérea das mudas de *Senna alata*,



as maiores médias foram obtidas nos tratamentos T6 (60%LE+40%CO) e T8 (20%LE+80%CO), apresentando respectivamente os valores médios

de 26,92 e 24,58 cm, sendo o T6 estatisticamente superior aos demais tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 – Altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro (HDC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Senna alata* aos 150 dias de idade.

Table 5 - Height of shoots (H), stem diameter (DC), height / diameter ratio (HDC) and Dickson quality index (IQD) seedlings *Senna alata* at 150 days of age.

Tratamento	H (cm)	DC (mm)	HDC	IQD
T1 (80%LE+20%PC <i>in natura</i>)	20,28 d	2,58 b	8,02 a	0,13 c
T2 (60%LE+40%PC <i>in natura</i>)	17,35 e	2,47 b	7,03 b	0,12 c
T3 (40%LE+60%PC <i>in natura</i>)	17,19 e	2,43 b	7,09 b	0,12 c
T4 (20%LE+80%PC <i>in natura</i>)	17,30 e	2,35 b	7,36 b	0,11 c
T5 (80%LE+20%CO)	18,59 d	2,43 b	7,75 b	0,10 c
T6 (60%LE+40%CO)	26,92 a	3,11 a	8,72 a	0,21 a
T7 (40%LE+60%CO)	22,42 c	2,74 a	8,27 a	0,18 a
T8 (20%LE+80%CO)	24,58 b	2,84 a	8,78 a	0,22 a
T9 (100%LE)	23,09 c	2,96 a	8,00 a	0,15 b
T10 (100%SC)	16,43 e	2,32 b	7,55 b	0,16 b
F	*	*	*	*
CV (%)	11,80	16,03	17,35	32,39

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($P>0,05$).

O maior crescimento em altura da parte aérea dos tratamentos T6 (60%LE+40%CO) e T8 (20%LE+80%CO) ocorreram possivelmente devido à utilização de esterco bovino na produção do composto orgânico, somados ao material orgânico adicionado à mistura com a utilização do lodo de esgoto. De acordo com o estudo de Delarmelina et al. (2013), os tratamentos T6 e T8 apresentaram bons teores nutricionais como P, K, Ca e Mg, além de características físicas favoráveis, como densidade e porosidade total.

Para verificação da qualidade de mudas de espécies florestais, Gonçalves et al. (2000), recomendam limites de altura entre 20 e 35 cm. Seguindo a variação de qualidade mencionada, os tratamentos T1 (80%LE+20%PC *in natura*), T6 (60%LE+40%CO), T7 (40%LE+60%CO), T8 (20%LE+80%CO) e T9 (100%LE) situaram-se dentro do padrão de qualidade recomendado. Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram obtidos por Peroni (2012) avaliando o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* com uso substratos orgânicos, e

Delarmelina et al. (2013) avaliando o uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata*, os quais verificaram que os tratamentos formulados utilizando lodo de esgoto junto ao composto orgânico (com proporções de 1:1 de esterco bovino e palha de café *in natura*) resultaram nas melhores médias de crescimento em altura da parte aérea, situando-se também dentro dos limites propostos por Gonçalves et al. (2000).

A menor média de altura da parte aérea foi apresentada no tratamento T10 (100%SC). Esse resultado possivelmente está ligado a fatores físicos como a porosidade total que excedeu os valores de referências tidos como ideais (GONÇALVES et al., 2000). Confirmando o presente estudo, Caldeira et al. (2013) encontraram o valor de 85% para a porosidade total do substrato comercial, no qual o mesmo proporcionou as menores médias para as mudas de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) em todas as características de crescimento avaliadas. Outros estudos como de Delarmelina et al. (2013), Santos (2013) e Peroni (2012), também

obtiveram a mesma resposta na avaliação de crescimento morfológico de mudas de espécies florestais com o tratamento composto por 100 % de substrato comercial.

Avaliando a característica morfológica diâmetro do coleto, as mudas de *Senna alata* que apresentaram os maiores crescimentos foram as dos tratamentos T6 (60%LE+40%CO), T7 (40%LE+60%CO), T8 (20%LE+80%CO) e T9 (100%LE) sendo equiparados estatisticamente iguais. Os demais tratamentos do experimento, T1 (80%LE+20%PC *in natura*), T2 (60%LE+40%PC *in natura*), T3 (40%LE+60%PC *in natura*), T4 (20%LE+80%PC *in natura*), T5 (80%LE+20%CO) e T10 (100%SC), apresentaram os menores resultados médios de diâmetro do coleto (Tabela 5).

O composto orgânico pode apresentar níveis adequados de P, Ca, Mg, K e pH e por isso substratos formulados por esse resíduo podem possuir efeito significativamente positivo no crescimento em diâmetro do coleto de mudas de espécies florestais (CUNHA et al., 2005). No presente estudo, parece haver esta relação, pois as maiores médias para o diâmetro do coleto foram observadas nos tratamentos formulados por lodo de esgoto juntamente com o composto orgânico.

Concordando com os resultados do presente estudo, Souza et al. (2006), obtiveram os melhores resultados para diâmetro do coleto nas mudas de espécies florestais submetidas com substratos contendo esterco bovino. Guimarães et al. (2006) verificaram crescimento superior das mudas de mamona (*Ricinus communis*) para as características morfológicas altura e diâmetro do coleto nos tratamentos que apresentaram esterco bovino, indicando a necessidade desse componente na formulação do substrato para a produção de mudas de melhor qualidade.

De acordo com o estudo sobre diâmetro do coleto feito por Daniel et al. (1997), os autores comentaram que essa característica, em geral, é a mais observada para indicar a capacidade de sobrevivência das mudas no campo, devendo ser maior que 2 mm. No presente estudo todos os tratamentos obtiveram resultados superiores a 2

mm.

A relação altura/diâmetro variou entre 7,03 e 8,78, estando à grande maioria dos tratamentos dentro do valor de faixa considerada ideal por Carneiro (1995), que considera valores entre 5,4 e 8,1 como intervalo de balanceamento entre ambas as variáveis, estando assim, apenas os tratamentos T6 (60%LE+40%CO) e T8 (20%LE+80%CO) acima desse valor, fato explicado devido seus maiores crescimentos em altura da parte aérea.

Segundo Nóbrega et al. (2007) estudando mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*), existe uma tendência de aumento no diâmetro do coleto de acordo com a adição de lodo de esgoto na formulação do substrato. Trigueiro e Guerrini (2003) verificaram maior diâmetro de coleto, trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis*, nos substratos contendo de 40 a 50% de lodo de esgoto combinado com casca de arroz carbonizada. Alguns estudos na literatura demonstram que o lodo de esgoto possui efeitos positivos na produção de mudas de espécies florestais (DELARMELINA et al. 2013; SANTOS, 2013; PERONI, 2012; CALDEIRA et al. 2012a; FAUSTINO et al, 2005). O mesmo ocorreu nos resultados do presente estudo com mudas de *Senna alata*, tanto para crescimento em diâmetro do coleto como para altura da parte aérea.

O lodo de esgoto apesar de apresentar atributos químicos satisfatórios (Tabela 3), necessita da mistura com outros componentes a fim de dar equilíbrio entre o fornecimento de nutrientes e condições físicas, como aeração e retenção de água (KRATZ; WENDLING, 2013; PERONI, 2012; CALDEIRA et al. 2012b). Os atributos químicos do esterco bovino e lodo de esgoto, juntamente com as propriedades físicas da palha de café *in natura* como baixa densidade e alta macroporosidade, fazem desses resíduos orgânicos excelentes substratos para produção de mudas (GONÇALVES et al., 2000; GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

Para os valores médios de IQD os tratamentos T6 (60%LE+40%CO), T7 (40%LE+60%CO) e T8 (20%LE+80%CO) apresentaram as maiores médias, tornando-se estatisticamente iguais.



Segundo Fonseca et al. (2002) o IQD trata-se de um bom indicador de qualidade, por considerar a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de várias características importantes empregados para avaliação da qualidade (HUNT, 1990; AGUIAR et al., 2011). De acordo com os autores Gomes et al. (2002) e Bernardino et al., 2005, quanto maior for o valor de IQD melhor será a qualidade da muda. Os tratamentos T9 (100%LE) e T10 (100%SC) obtiveram médias estatisticamente iguais para essa característica, tornando ambos semelhantes quanto ao equilíbrio e qualidade na produção de mudas de *Senna alata* (Tabela 5).

Na característica morfológica massa seca da parte aérea, as mudas de *Senna alata* apresentaram valores médios variando entre 0,431 a 1,563 g, sendo os maiores valores obtidos nos tratamentos T6 (60%LE+40%CO), T8 (20%LE+80%CO) e T9 (100%LE). O tratamento que obteve a menor média foi o tratamento T10 (100%SC) (Tabela 6).

Da mesma maneira como ocorrido para a altura da parte aérea e diâmetro do coleto, os maiores valores de massa seca da parte aérea foram obtidos nos tratamentos que apresentaram teores acima de 40% de composto orgânico na

composição do substrato, além do tratamento T9 (100%LE). De acordo com Gomes e Paiva (2006), quanto maior a massa seca da parte aérea, maior será a rusticidade da muda, o que indica que a utilização de composto orgânico na composição do substrato é capaz de influenciar também na rusticidade das mudas de *Senna alata*.

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram encontrados nos experimentos de Santos (2013), avaliando crescimento de mudas de *Aegiphila sellowiana*, e Peroni (2013), avaliando crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*, onde os tratamentos formulados com composto orgânico (com proporções de 1:1 de esterco bovino e palha de café *in natura*) proporcionaram as maiores médias de massa seca da parte aérea, principalmente nos substratos formulados com 40%LE + 60%CO e 20 LE + 80 CO. Delarmelina et al. (2013) também obtiveram em seu estudo as maiores médias de massa seca da parte aérea os tratamentos formulados com composto orgânico, tendo destaque os tratamentos formulados com 80% LE + 20% CO, 60% LE + 40% CO e 40% LE + 60% CO.

Tabela 6 – Massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea/raiz (RMSPAR) das mudas de *Senna alata* aos 150 dias de idade.

Table 6 - Dry mass (MSPA), root dry mass (MSR), total dry matter (MST) and relative dry weight of shoot / root (RMSPAR) seedlings *Senna alata* at 150 days of age.

Tratamento	MSPA	MSR	MST	RMSPAR
T1 (80%LE+20%PC <i>in natura</i>)	0,824 c	0,421 c	1,245 c	1,99 b
T2 (60%LE+40%PC <i>in natura</i>)	0,705 c	0,393 c	1,099 c	1,93 b
T3 (40%LE+60%PC <i>in natura</i>)	0,649 c	0,438 c	1,088 c	1,61 b
T4 (20%LE+80%PC <i>in natura</i>)	0,636 c	0,402 c	1,038 c	1,76 b
T5 (80%LE+20%CO)	0,706 c	0,352 c	1,058 c	2,15 b
T6 (60%LE+40%CO)	1,563 a	0,775 a	2,338 a	2,11 b
T7 (40%LE+60%CO)	1,197 b	0,664 b	1,861 b	1,80 b
T8 (20%LE+80%CO)	1,442 a	0,881 a	2,324 a	1,99 b
T9 (100%LE)	1,399 a	0,422 c	1,821 b	3,76 a
T10 (100%SC)	0,431 d	0,790 a	1,221 c	0,54 c
F	*	*	*	*
CV (%)	29,95	33,02	25,19	44,97

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

O incremento em massa seca radicular das mudas de *Senna alata* variou entre 0,352 a 0,881 gramas. As maiores médias foram obtidas nos tratamentos T6 (60%LE+40%CO), T8 (20%LE+80%CO) e T10 (100%SC), sendo estatisticamente iguais. Os tratamentos T1 (80%LE+20%PC *in natura*), T2 (60%LE+40%PC *in natura*), T3 (40%LE+60%PC *in natura*), T4 (20%LE+80%PC *in natura*), T5 (80%LE+20%CO) e T9 (100%LE) foram os que obtiveram as menores médias (Tabela 6).

Os resultados obtidos pelos tratamentos T6 (60%LE+40%CO), T8 (20%LE+80%CO), os quais apresentaram as maiores médias de massa seca radicular, podem ser explicados pela análise química dos tratamentos (Tabela 3) avaliando seus teores de Ca, elemento que proporciona maior crescimento do sistema radicular, e seus teores de Mg, o qual apresenta papel importante e específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e na síntese de DNA e RNA (TAIZ; ZEIGER, 2008). O tratamento formulado com substrato comercial T10 (100%SC) apresentou estatisticamente um dos melhores pesos de massa seca radicular. Esse fato pode ser explicado pelas suas propriedades físicas (Tabela 4), apresentando nível médio em densidade e macroporosidade, e nível adequado em microporosidade, segundo a escala de valores proposta no estudo de Gonçalves et al. (2000).

De forma geral, obtido na característica morfológica massa seca total, os tratamentos que apresentaram os melhores resultados médios foram T6 (60%LE+40%CO) e T8 (20%LE+80%CO), ambos estatisticamente iguais. Os tratamentos T1 (80%LE+20%PC *in natura*), T2 (60%LE+40%PC *in natura*), T3 (40%LE+60%PC *in natura*), T4 (20%LE+80%PC *in natura*), T5 (80%LE+20%CO) e T10 (100%SC) foram os que obtiveram os menores resultados (Tabela 6).

Segundo Clement e Machado (1997) a incorporação de compostos orgânicos nos substratos pode influenciar na produção de biomassa e das raízes de determinadas espécies florestais. Buckeridge et al. (2004) afirmam que

raízes primárias e raízes jovens respiram muito intensamente e para essas raízes, o oxigênio necessário para o processo respiratório, advém do próprio substrato. Os resultados encontrados na literatura comprovam os resultados do presente estudo, demonstrando que a correta formulação do substrato exerce grande influência na formação e arquitetura do sistema aéreo e radicular, pois a adição de fonte orgânica de nutriente proporcionou maior retenção de água, melhorou a aeração das raízes e disponibilizou nutrientes para as mudas de *Senna alata* (HOFFMANN et al., 2001; ARAÚJO; SOBRINHO, 2011).

Na relação massa seca da parte aérea/radicular (RMSPAR) o tratamento T9 foi superior a todos os demais do experimento. A menor média foi apresentada no tratamento T10 (100%SC) (Tabela 6). De acordo com alguns autores, para que a RMSPAR demonstre bom equilíbrio do crescimento entre a parte aérea e radicular seu resultado deve ser próximo a 2. Com base nessa afirmação, maioria dos tratamentos apresentou-se dentro desse índice de qualidade, estando os mesmos com relação (Tabela 5), indicando um bom equilíbrio no ganho das massas aérea e radicular (BRISSETE, 1984; DANIEL et al., 1997; CALDEIRA et al., 2008).

Em relação aos tratamentos T6 (60%LE+40%CO) e T8 (20%LE+80%CO), sendo eles os que obtiveram as melhores respostas para o crescimento das características morfológicas analisadas das mudas de *Senna alata*, é possível classificá-los de acordo com suas propriedades físicas (Tabela 4) segundo os estudos de Gonçalves et al. (2000) para substratos na produção de mudas florestais. Ambos os tratamentos T6 (60%LE+40%CO) e T8 (20%LE+80%CO) possuem valores considerados adequados para microporosidade (45 a 55%) e volume total de poros (75 a 85 %), níveis médios de macroporosidade (20 a 40%) e níveis baixos quando observada a densidade (<0,25 g cm⁻³).



Conclusões

O lodo de esgoto apresentou boa fertilidade na análise química necessitando apenas da mistura com outro componente para equilibrar nutrição e características físicas. Para as condições em que esse trabalho foi realizado, recomenda-se a adição de composto orgânico ao lodo de esgoto.

Na composição dos substratos das mudas de *Senna alata*, a adição do composto orgânico acarretou nos maiores crescimentos das características morfológicas altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e massa seca radicular.

Para produção das mudas de *Senna alata* recomenda-se o uso dos substratos formulados com 60% lodo de esgoto + 40% do composto orgânico, ou 20% lodo de esgoto + 80% do composto orgânico.

Referências

AGUIAR, F. F. A. et al. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.

ARAÚJO, A. P.; SOBRINHO, S. P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium Contortisiliquum*) (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, Edição Especial, p.581-588, 2011.

BERNARDINO, D. C. S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 375/2006**, de 30 de agosto de 2006 – In: RESOLUÇÕES, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 20 mar.

2013.

BRISSETE, J. C. Summary of discussion of about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. **Proceedings...** New Orleans: USDA, Forest Service/Southern Forest Experiment Station, 1984, p.127-128.

BUCKERIDGE, M. S. et al. Respiração. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.198-216, 2004.

CALDEIRA, M. V. W. et al. A. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. australis. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1009-1017, 2012c.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Revista Floresta (Online)**, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012a.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Revista Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill). **Revista Scientia Forestalis**, v. 40, n. 93, p. 015-022, 2012b.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013a.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995, 451 p.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013b.

CLEMENT, C. R.; MACHADO, F. M. Efeito da adubação orgânica na produção de biomassa em quebra-pedra (*Phyllanthus stipulatus*, Euphorbiaceae) em Manaus, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 27, n. 2, p. 73-80, 1997.

CORRÊA R. S.; R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORRÊA, A. S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p. 420-426, 2007.

CORREIA, D. et al. Uso de pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão-precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n. 3, p. 557-558, 2003.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

CUNHA, A. M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia sp.* **Revista Árvore**, Viçosa, p. 207-214, 2006.

DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DELARMELINA, W. M. et al. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 11-13, 1960.

DIMITRI, M. J.; ALBERTI, F. R. Las especies del género *Cassia* cultivadas en la Argentina.

Revista Investigaciones Agrícolas, v. 7, p. 5-34, 1954.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa informação Tecnológica. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 2009. 627p.

FAUSTINO, R. et al. Biossólido como substrato na produção de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p.278-282, 2005.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FRANCO, A. A. et al. Revegetação de áreas de mineração em Porto Trombetas - PA com leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas. In: Simpósio sul-americano e II simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas, 1. 1994, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994, p. 145-153.

GOMES, C. Z. et al. **Consciência ambiental: resíduos gerados pelas tintas e solventes em flexografia**. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de novembro de 2006.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 2006.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves, J. L. M.; Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, p. 309-350, 2000.



- GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Revista Scientia Forestalis**, v. 64, n. 64, p. 150-162, 2003.
- 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.
- GUIMARÃES, M. M. B. et al. Produção de muda de mamoneira em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos e fertilizante mineral. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2006.
- HOFFMANN, A. et al. Substratos na indução e desenvolvimento *in vitro* de raízes em dois porta-enxertos de macieira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1371-1379, 2001.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200. 1990. Roseburg: **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990, p. 218-222.
- IRWIN, H. S.; BARNEBY, R. C. The American Cassinae, a synoptical revision of Leguminosae, Tribe Cassieae, subtribe Cassinae in the New World. **Memoires of the New York Botanical Garden**, v. 35, p. 1-918, 1982.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 125-136, 2013.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** Curitiba, UFPR: 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- MELO, W. J. et al. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 449-455, 1994.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA Nº 17. Diário Oficial da União- Seção 1, nº 99, 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007.
- NAU, S. R.; SEVEGNANI, L. Vegetação recolonizadora em mina de argila e propostas para recuperação ambiental. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto, MG, **Anais...** Ouro Preto: SOBRADE-SIF, 1997, p. 54-66.
- NÓBREGA, R. S. A. et al. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*/Raddi). **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences, European Union, v.11, n.4, p.1633-1644, 2007.
- PERONI, L. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*.** Jerônimo Monteiro: UFES, 2012. 82 f. Dissertação de Pós-Graduação (Mestrado na Área de Concentração Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- RODRIGUES, S. R. et al. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19,

p. 1-16, 2005.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Espacialização da temperatura do ar no Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria: v. 12, n. 1, p. 151-158, 2004.

SAITO, M. L. 2007. O Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos. Jaguariúna. EMBRAPA Meio Ambiente, cap 64, p 349-357. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_64.pdf>.

SANTOS, F. E. V. **Produção de mudas de *Aegiphila sellowiana* Cham em diferentes substratos com lodo de esgoto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

SOUZA, C. A. et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS: v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SILVEIRA, E.B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2008, 820p.
TELES, C. R.; COSTA, A. N.; GONCALVES, R. F. Produção de lodo de esgoto em lagoas de estabilização e o seu uso no cultivo de espécies florestais na região sudoeste do Brasil. **Sanare - Revista Técnica da Sanepar**, v. 12, p. 53-60, 1999.

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F**. Jerônimo Monteiro: UFES, 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

TRIGUEIRO, R. DE M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Revista Scientia Forestalis**, n. 64, p. 150-162, 2003.

VANZO, J. E.; MACEDO, L. S.; TSUTIYA, M. T. Registros da produção de biossólidos. O caso da ETE de Franca. In: TSUTIYA, M.T; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J. & MARQUES, M.O., eds. Biossólidos na agricultura. São Paulo, SABESP, p. 227-242, 2001.

