



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Abrahão Nóbrega, Rafaela Simão; Vilas Boas, Rogério Custódio; Azevedo Nóbrega, Júlio César;  
Monteiro de Paula, Alessandra; de Souza Moreira, Fátima Maria  
Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*schinus terebinthifolius raddi*)

Revista Árvore, vol. 31, núm. 2, março-abril, 2007, pp. 239-246

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48831206>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **UTILIZAÇÃO DE BIOSSÓLIDO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE AROEIRA (*Schinus terebinthifolius* Raddi)<sup>1</sup>**

Rafaela Simão Abrahão Nóbrega<sup>2</sup>, Rogério Custódio Vilas Boas<sup>3</sup>, Júlio César Azevedo Nóbrega<sup>4</sup>, Alessandra Monteiro de Paula<sup>5</sup> e Fátima Maria de Souza Moreira<sup>6</sup>

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar o uso do biossólido como componente do substrato para crescimento inicial de mudas de aroeira. Os substratos foram compostos de amostras de Neossolo Quartzarênico e de Latossolo Vermelho-Amarelo coletadas na profundidade de 0,2 a 0,5 m, acrescidos do biossólido produzido pela Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Serrania, MG, nas seguintes proporções de solo:biossólido (%): 100:0; 80:20; 60:40; 40:60; e 20:80, sem a utilização de fertilização mineral. Após 30 dias da semeadura, foi feito o desbaste deixando-se uma planta por tubete, e, no final do período de 60 dias, as mudas foram coletadas para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST), diâmetro de colo (D), altura das plantas (H), área foliar (A), relação altura da parte aérea com diâmetro do colo (H/D) e peso da massa seca da parte aérea com peso da massa seca da raiz (MSPA/MSR). O biossólido melhorou a fertilidade dos substratos, aumentando os teores de P, K, Ca, Mg, soma de bases, CTC, matéria orgânica e teores de micronutrientes, fato que proporcionou aumento no D, A, MSPA, MSR, MST, H, MSPA/MSR das mudas de aroeira, sendo que esses efeitos variaram de acordo com as proporções de biossólido empregadas. O crescimento máximo das mudas foi obtido com a proporção de 63:37, tanto para Neossolo Quartzarênico quanto Latossolo Vermelho-Amarelo. A concentração de metais pesados em todos os substratos ficou abaixo dos limites estabelecidos pela CETESB.

Palavras-chave: Adubação, espécie florestal e substrato.

## **UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE IN THE SEEDLING GROWTH OF AROEIRA (*Schinus terebinthifolius* Raddi) SEEDLINGS**

**ABSTRACT** – This work aimed to evaluate sewage sludge as substrate component for aroeira seedling growth. Substrates were composed of soil samples collected at 0.2-0.5 m depth from a Quartzarenic Neosol or from a Red-Yellow Latosol, with sewage sludge produced by the Sewage Treatment Station (Estação de Tratamento de Esgoto - ETE) located in Serrania, Minas Gerais, in five proportions: 100:0; 80:20; 60:40; 40:60 and 20:80, being all without mineral fertilizers. Thirty days after sowing, thinning was carried out to one plant per pot. Aroeira growth after 60 days was evaluated by shoot and root dry weight, total dry matter, stem diameter, plant height, leaf area, shoot height/stem and diameter shoot/root ratio. Amendments with sewage sludge increased substrate fertility as indicated by P, K, Ca, Mg concentrations, CEC and SB values, organic matter and micronutrient contents, which promoted growth of stem diameter, plant height, shoot and root dry weight, total dry matter, leaf area, and shoot/root ratio in aroeira seedlings. The effect of sewage sludge on aroeira seedlings growth varied according to the different proportions of sewage sludge. Maximum growth was obtained with the proportion 37% of sewage sludge + 63% of Quartzarenic Neosol or Red-Yellow Latosol. Heavy metal concentration in all substrates was below the limits allowed by CETESB.

**Keywords:** Fertilization, forest species and seedling substrate.

<sup>1</sup> Recebido em 13.09.2006 e aceito para publicação em 29.12.2006.

<sup>2</sup> Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Lavras - UFLA. E-mail:<rafaela.nobrega@gmail.com>.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola do Departamento de Biologia da UFLA. E-mail:<rogeriovilas@gmail.com>.

<sup>4</sup> Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Campus da Socopo, Teresina, PI. E-mail:<jnobrega>

<sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP. E-mail:<ampaula21@yahoo.com.br>.

<sup>6</sup> Departamento de Ciência do Solo da UFLA, Cx.P. 37, 37200-000 Lavras, MG. E-mail:<fmoreira@ufla.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos produtos resultantes das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) é o lodo, denominado biossólido, após sofrer processo de estabilização. Esse resíduo apresenta composição variável, no que diz respeito ao teor de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes e metais pesados, fato que pode limitar seu uso na agricultura (SILVA et al., 2002). Estudos com a finalidade de viabilizar sua utilização representam uma demanda atual (AUGUSTO et al., 2003), visto que os sistemas de produção são favorecidos pelo uso de insumos regionais e de baixo custo.

Uma das alternativas viáveis para a disposição desse resíduo é o seu uso como componente de substratos destinados ao cultivo de mudas (MORAIS et al., 1997; GUEDES e POGGIANI, 2003; ALTAFIN et al., 2004; FAUSTINO et al., 2005), tendo em vista a economia de fertilizantes que esse material proporciona para diversas culturas (MORAIS et al., 1997; SILVA et al., 2002; NASCIMENTO et al., 2004; ROCHA et al., 2004), além dos benefícios ambientais (GUERRINI e TRIGUEIRO, 2004). Acrescenta-se ainda como subproduto das estações de tratamentos de esgotos domésticos a água residuária, que também pode ser recomendada para uso na fertirrigação de viveiros para produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba) (AUGUSTO et al., 2003).

Outros resultados promissores tendo o biossólido como fornecedor de nutrientes foram relatados por Trigueiro e Guerrini (2003), que, ao avaliarem o desenvolvimento de mudas de eucalipto em substrato contendo biossólido na proporção de 50% de casca de arroz carbonizada, verificaram resultados semelhantes aos da testemunha cultivada com substrato comercial. Cunha et al. (2006), trabalhando com lodo de esgoto como substrato para mudas de *Acacia* sp., verificaram que o substrato composto de 100% desse resíduo com sementes inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio proporcionou maior desenvolvimento às mudas de *Acacia mangium* e *A. auriculiformes*.

Para a produção de mudas de espécies florestais é comum a utilização de amostras subsuperficiais de solo como substrato, principalmente por ser um material praticamente isento de pragas e doenças (GOMES e SILVA, 2004). Por ser esse material, na maioria das vezes, pobre em nutrientes, o uso do biossólido como fertilizante pode incrementar a sua fertilidade (NASCIMENTO et al., 2004; ROCHA et al., 2004).

Em cidades que possuam ETEs, o uso agrícola do biossólido na produção de mudas destinadas ao reflorestamento poderá, assim, constituir uma alternativa para sua disposição, pois, além de ser fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as mudas (CUNHA et al., 2006), parte dos metais pesados que possam estar contidos nesse material poderá ser imobilizada nos tecidos da espécie florestal.

Com base na hipótese de que o biossólido pode fornecer nutrientes às plantas, este trabalho teve como objetivo avaliar a mistura de biossólido com amostras subsuperficiais de um Latossolo Vermelho-Amarelo e de um Neossolo Quartzarênico como substrato no crescimento inicial de mudas de aroeira.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Instalou-se o experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, em Lavras, MG, em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial 2 x 5, sendo os fatores dois tipos de solos e cinco doses de biossólido com sete repetições.

Para a confecção dos substratos destinados ao crescimento das mudas de aroeira, foram utilizadas amostras coletadas na profundidade de 0,20 a 0,50 m de um Neossolo Quartzarênico (RQ) do Município de Lavras, MG, e um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) do Município de Itumirim, MG, acrescidas com cinco doses de biossólido, um resíduo essencialmente doméstico higienizado pelo processo de solarização durante 10 a 15 dias, produzido pela Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da cidade de Serrania, MG.

A caracterização química do biossólido foi realizada de acordo com métodos compilados em Embrapa (1997), que indicou: pH 6,1; Al<sup>3+</sup> 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al 3,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> 6,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> 3,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P 286,0 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> 380,0 mg dm<sup>-3</sup>; S 10,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; m 0,9%; V 75,2%; Pb 60,6 mg dm<sup>-3</sup>; Cu 151,6 mg dm<sup>-3</sup>; Mn 45,5 mg dm<sup>-3</sup>; Zn 327,7 mg dm<sup>-3</sup>; Ni 15,3 mg dm<sup>-3</sup>; Cr 61,0 mg dm<sup>-3</sup>; Cd 6,5 mg dm<sup>-3</sup>; e matéria orgânica 16,0 dag kg<sup>-1</sup>.

A secagem solo e do biossólido foi feita ao ar, espalhando-se os materiais sobre lona plástica. Posteriormente, o biossólido foi triturado de forma a reduzir o tamanho dos grânulos, e ambos (solo e biossólido) foram passados em peneira de 4 mm. Para a composição dos tratamentos foram utilizadas as seguintes proporções: solo:biossólido (%): 100:0; 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80. Após a preparação dos substratos, estes permaneceram por um período de incubação de quatro meses em casa

de vegetação, com irrigações diárias, para permitir a mineralização da matéria orgânica e eliminação de odores do resíduo. Após a incubação, amostras dos substratos dos 10 tratamentos, em triplicata, foram coletadas para análise química, antes da realização do cultivo.

As sementes de aroeira foram obtidas no Departamento de Ciências Florestais da UFLA, sendo feita a semeadura de três sementes por tubete cônico com volume de 288 mL. A umidade dos substratos foi mantida aproximadamente a 60% da capacidade de campo, sendo determinada da seguinte forma: para cada proporção do substrato (solo:biossólido), em três tubetes controle de cada tratamento, adicionou-se água até a completa saturação e depois deixou-se drenar o excesso de água por 24 h. Para evitar a perda de água por evaporação, cada tubete foi revestido em sua parte superior com plástico. Após este período, dois tubetes de cada tratamento foram desmontados para a determinação da umidade gravimétrica (valor considerado como umidade na capacidade de campo). Para manter os substratos com o teor de água considerado foi feito o controle diário da evapotranspiração dos mesmos, através de pesagens diárias dos tubetes controle, sendo que a água perdida foi restituída por irrigações com água deionizada. Após 30 trinta dias da semeadura, foi feito o desbaste, deixando-se uma planta por tubete e no final do período de 60 dias, as mudas foram coletadas para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST), diâmetro de colo (D), altura da parte aérea (H), área foliar (A), relação altura da parte aérea com diâmetro do colo (H/D) e peso da massa seca da parte aérea com peso da massa seca da raiz (MSPA/MSR).

O diâmetro de colo foi medido com paquímetro de precisão de 0,05 cm e a altura das plantas com régua, tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical). A medição da área foliar foi realizada com medidor Licoor, modelo LI-3000A, e a quantificação do peso da matéria seca para a obtenção das relações de massa e dos índices morfológicos, através de pesagem das partes vegetais, após a secagem em estufa a 70 °C, por um período de aproximadamente 72 h.

Os resultados das variáveis estudadas foram transformados em raiz quadrada de  $(x+0,5)$  e submetidos às análises de variância e de regressão, empregando-se o programa estatístico SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2003).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH referente ao substrato contendo LVA

apresentou o valor mínimo de 5,0 nas proporções de 80:20 e 60:40 de solo:biossólido e máximo de 6,5 na proporção de 20:80 (Quadro 1). O alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) variou de 0,3 nas proporções de 100:0 e 60:40 a 0,5  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  nas proporções de 20:80 e 80:20, acidez potencial ( $\text{H}+\text{Al}$ ) de 1,9 (100:0) a 5,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (60:40 e 40:60) e saturação por alumínio (m) de 28% (100:0) para 4,5% (40:60). Para o substrato composto de RQ, o pH variou de 5,5 (100:0) a 6,5 (40:60), o  $\text{Al}^{3+}$  de 0,9 (100:0) a 0,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (80:20, 60:40, 40:60),  $\text{H}+\text{Al}$  de 2,9 (100:0) a 4,5  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  (20:80) e m de 57,5% (100:0) a 2,0% (40:60) (Quadro 1).

Todos os substratos apresentaram o pH entre 5,0 e 6,5, faixa considerada adequada para a produção de mudas florestais em tubetes (VALERI e CORRADINI, 2000). Já a adição do biossólido, em ambos os solos, promoveu um decréscimo na saturação por alumínio (m) de uma condição inicial média no LVA e alta no RQ, para baixa na proporção 60:40 (CFSEMG, 1999). O  $\text{Al}^{3+}$  constitui um fator limitante ao desenvolvimento radicular das plantas, uma vez que provoca encurtamento, engrossamento e redução na emissão de novas raízes (MALAVOLTA et al., 1997). Como seus teores estão situados dentro do limite de médio a baixo (CFSEMG, 1999), eventuais efeitos negativos no crescimento radicular foram minimizados pelos tratamentos, devido à sua possível complexação pela matéria orgânica. O efeito da matéria orgânica na complexação do  $\text{Al}^{3+}$  e na elevação do pH tem sido relatado na literatura (SIDIRAS e PAVAN, 1985; PAVAN et al., 1986).

Os teores de matéria orgânica aumentaram com a adição de biossólido em ambos os solos (Quadro 1). O aumento no teor de matéria orgânica de 1 dag  $\text{kg}^{-1}$  (100:0) para 6,0 dag  $\text{kg}^{-1}$  (20:80) no LVA e de 1,2 (100:0) para 5,7 dag  $\text{kg}^{-1}$  (40:60) no RQ resultou em incremento da capacidade de troca catiônica efetiva (t) e potencial (T), o que é importante para a retenção de nutrientes em forma disponível para as mudas. Além disso, a biodegradação da matéria orgânica produz ácidos orgânicos que são importantes agentes complexadores de metais pesados nos substratos (Quadro 1), fato que diminui sua disponibilidade para as plantas. Vale ressaltar que, embora o biossólido apresente teores de metais pesados, os valores estavam abaixo do limite de tolerância estabelecido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (1999) de 85 (Cd), 840 (Pb), 420 (Ni), 7.500 (Zn) e 4.300 (Cu)  $\text{mg kg}^{-1}$  de biossólido.

**Quadro 1** – Caracterização química dos substratos compostos de diferentes proporções de Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) ou Neossolo Quartzarênico (RQ) e biossólido

**Table 1** – Chemical characterization of substrates composed of different proportions of Red-Yellow Latosol (LVA) or Quartzarenic Neosol (RQ) with sewage sludge

	LVA:biossólido					RQ:biossólido				
	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
pH	5,3	5,0	5,0	5,2	6,5	5,5	5,6	5,7	6,5	6,0
Ca <sup>(1)</sup>	0,6	1,9	3,4	3,9	5,2	0,5	1,2	5,3	7,4	3,9
Mg <sup>(1)</sup>	0,2	0,7	1,5	2,0	1,5	0,2	1,1	1,2	2,5	2,4
Sb <sup>(1)</sup>	0,8	2,7	5,6	6,9	8,9	0,7	3,9	7,2	11,6	8,4
Al <sup>(1)</sup>	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,9	0,2	0,2	0,2	0,5
Al+H <sup>(1)</sup>	1,9	3,8	5,6	5,6	5,4	2,9	3,1	4,0	3,2	4,5
T <sup>(1)</sup>	2,7	6,4	11,2	12,4	14,3	3,6	6,5	11,1	14,7	12,9
t <sup>(1)</sup>	1,1	3,1	5,9	7,2	9,3	1,6	3,7	7,4	11,8	8,9
P <sup>(2)</sup>	1,2	278	780,5	1798,9	1897,4	11,6	27,8	1514,4	1468,9	2529,3
K <sup>(2)</sup>	9	33	261	386,5	848,5	11,5	49	278,5	661,5	836,5
S <sup>(2)</sup>	8,2	12,8	11,3	13,9	207,6	6,2	8,4	22,4	17,4	146,4
Pb <sup>(2)</sup>	2,1	3,1	3,3	3,2	3,4	4,3	4,3	5,1	5,0	4,8
Cu <sup>(2)</sup>	0,8	2,2	3,6	3,5	4,1	0,7	2,6	3,9	4,3	4,1
Mn <sup>(2)</sup>	2,1	6,5	31,7	18,8	28,1	3,5	10,8	25,4	43,4	37,3
Zn <sup>(2)</sup>	1,0	14,6	41	47,5	68,8	0,9	16,1	45,8	70,8	94,3
Ni <sup>(2)</sup>	0,7	1,1	1,2	1,3	1,3	0,9	1,0	1,5	1,7	1,7
Cr <sup>(2)</sup>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cd <sup>(2)</sup>	0,1	0,2	0,4	0,3	0,4	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4
Fe <sup>(2)</sup>	24,6	81,3	263,5	359,6	498,1	79,2	324,1	410,8	428,8	699,3
B <sup>(2)</sup>	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,8
m <sup>(3)</sup>	28,0	15,0	5,5	4,5	5,0	57,5	5,5	4,5	2,0	5,5
V <sup>(3)</sup>	28,8	40,5	49,6	54,8	64,2	18,9	53,3	61,8	77,4	64,8
M.O <sup>(4)</sup>	1,0	1,6	2,9	4,1	6,0	1,2	2,0	3,3	5,7	5,4

<sup>(1)</sup> cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; <sup>(2)</sup> mg dm<sup>-3</sup>; <sup>(3)</sup> %; e <sup>(4)</sup> M.O.: matéria orgânica, dag kg<sup>-1</sup>.

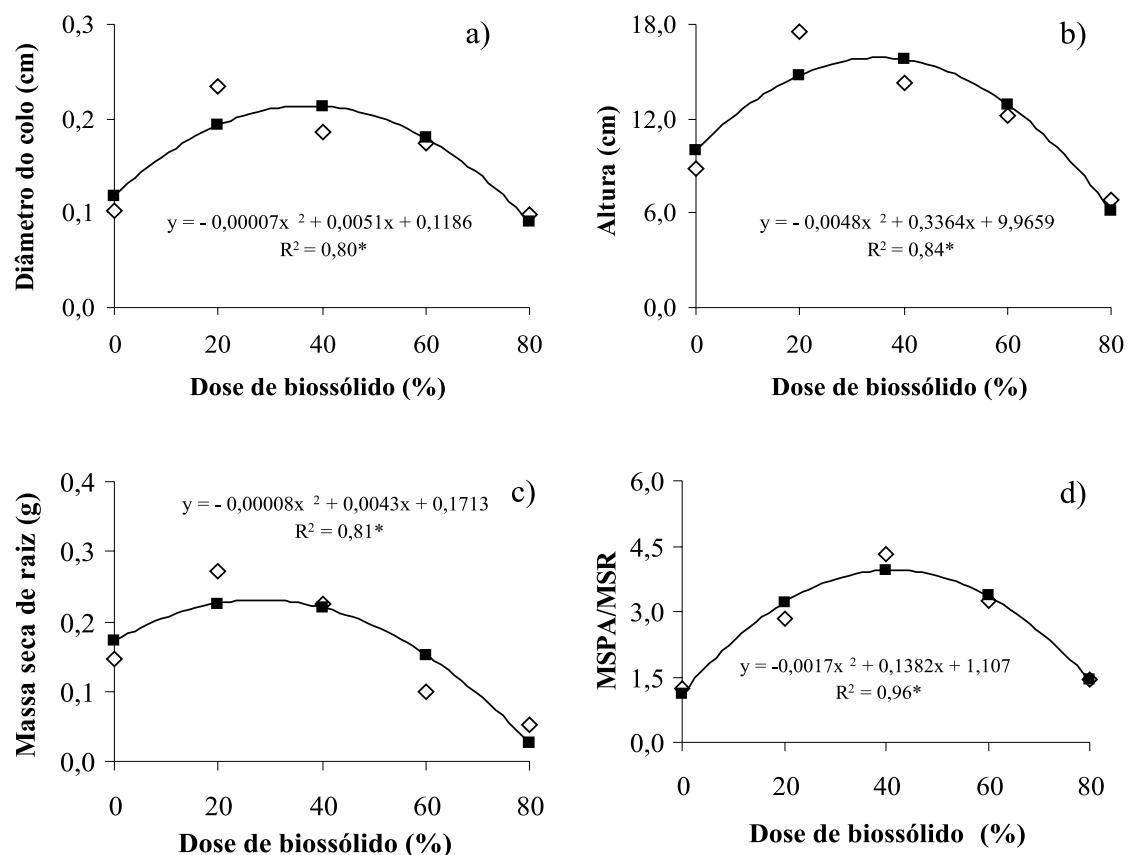
A adição de biossólido às amostras de LVA e RQ elevou a concentração de P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e soma de bases, para valores considerados altos, principalmente a partir das proporções de 80:20 e 60:40. Comportamento semelhante foi também verificado nos teores de micronutrientes e metais pesados (Quadro 1). Como o limite entre a exigência nutricional e a toxidez dos micronutrientes é muito estreito, alta disponibilidade no substrato ocasiona efeitos depressivos no desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1997). Como não foi observada deficiência ou toxidez visual de nutrientes na parte aérea das mudas cultivadas com 80:20 e 60:40, parte dos micronutrientes e dos demais metais pesados disponíveis poderia estar complexada na matéria orgânica desses substratos.

Houve efeito individual das doses de biossólido e comportamento quadrático, sem efeito significativo do tipo de solo sobre as variáveis diâmetro do colo,

altura da parte aérea, massa seca de raiz e relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (Figura 1a-d, respectivamente).

Para o diâmetro de colo, na dose de 37% do biossólido (Figura 1a) foi obtido o máximo de 0,21 cm. Essa variável, em geral, é a mais observada para avaliar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, sendo, assim, a mais indicada para auxiliar a definição das doses de fertilizantes a serem aplicadas, objetivando a avaliação da produção e qualidade de mudas arbóreas (CARNEIRO, 1995), inclusive da aroeira (JOSÉ et al., 2005).

Já na altura da parte aérea (Figura 1b) foi observada uma tendência ao aumento desse parâmetro a partir da primeira dose de biossólido adicionada ao substrato 20%. Devido ao acréscimo de nutrientes com a adição do biossólido, as mudas atingiram a altura máxima estimada de 15,9 cm com a dose de 35%, seguida de redução com doses maiores (Figura 1).



**Figura 1** – Diâmetro de colo, altura, massa seca de raiz, massa seca da parte aérea/massa seca de raiz de mudas de aroeira cultivadas com diferentes proporções de amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) ou Neossolo Quartzarênico (RQ) com biossólido.

**Figure 1** – Root collar diameter, height, root dry matter, shoot dry matter/root dry matter, shoot dry matter, leaf area and total dry matter of aroeira seedlings grown in different proportions of Red-Yellow Latosol (LVA) or Quartzarenic Neosol (RQ) with sewage sludge.

Comparando os resultados de diâmetro de colo e altura da parte aérea da aroeira deste estudo com os da literatura, observou-se que os valores máximos se situaram dentro da faixa descrita por José et al. (2005) de aproximadamente 0,18 a 0,20 cm para diâmetro de colo e de 16 a 20 cm de altura para as mudas aos 60 dias, cultivadas em diferentes tamanhos de tubetes e submetidas também a distintas densidades de cultivo utilizando adubação mineral.

A relação entre altura e diâmetro do colo indica a qualidade da muda em qualquer fase do período de produção, devendo situar-se entre os limites de 5,4

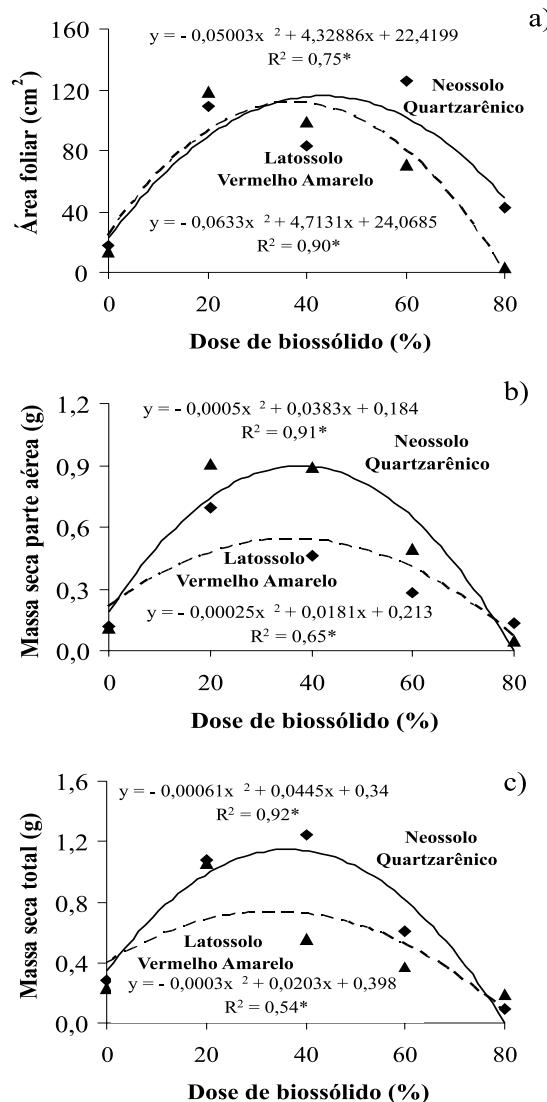
a 8,1 (CARNEIRO, 1995). Em geral, as mudas de aroeira não apresentaram maior desenvolvimento em altura que em diâmetro de colo e, consequentemente, os valores encontrados situaram-se dentro desse intervalo nos tratamentos 100:0 (7,9), 80:20 (7,9), 40:60 (7,0) de RQ e 80:20 (7,2), 60:40 (8,0), 40:60 (7,8) e 20:80 (7,2) de LVA. Os demais tratamentos 60:40 (8,6), 20:80 (16,6) de RQ e 100:0 (9,6) do LVA apresentaram valores superiores aos limites considerados, não sendo recomendados. Isso porque as mudas apresentam crescimento muito excessivo e não acompanhado de aumento do diâmetro do colo, ficando com isso, sensíveis aos fatores climáticos como vento e chuva.

Para as variáveis massa seca de raiz e relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (Figura 1cd, respectivamente), foram encontrados valores máximos estimados de 0,23 g de tubete<sup>-1</sup> de massa seca de raiz na dose de 28% e 3,91 na relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz na dose de 40,5% de biofertilizante.

Interação entre os solos (LVA e RQ) e doses de biofertilizante foram verificadas nas variáveis área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca total (Figura 2a-c, respectivamente). A produção máxima de área foliar (116 e 112 cm<sup>2</sup>) foi determinada pelo comportamento quadrático (Figura 2a), e as doses de biofertilizante estimadas para o substrato composto de RQ e LVA foram de 43 e 37%, respectivamente. A produção máxima calculada de massa seca da parte aérea (Figura 2b) e total (Figura 2c) foi de 0,9 e 1,15 g tubete<sup>-1</sup> para o RQ em 37% de biofertilizante, respectivamente; para o LVA, foi de 0,5 e 0,77 g tubete<sup>-1</sup> para as doses estimadas de 36 e 34%, respectivamente. Tais diferenças podem ser atribuídas à textura arenosa do substrato constituído pelo RQ, que facilitou o maior crescimento radicular, devido à maior aeração (BRANDÃO et al., 2003) e, consequentemente, ao aproveitamento de nutrientes e água pelas mudas.

As mudas que receberam o substrato contendo biofertilizante apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo, em relação às que foram cultivadas somente com as amostras dos solos, devido à maior disponibilidade de nutrientes (Quadro 1), a exemplo do N, P e K<sup>+</sup>, que são muito requeridos nos estágios iniciais de desenvolvimento das mudas de espécies florestais pioneiros (FURTINI NETO et al., 1999; RESENDE et al., 1999). Esses resultados concordam com os de outros trabalhos, que têm indicado efeitos benéficos do uso do biofertilizante como parte da composição de substratos para mudas de diferentes espécies florestais (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003; FAUSTINO et al., 2005; CUNHA et al., 2006).

Como as proporções de solo e biofertilizante nas variáveis analisadas (MSPA, MST, MSR, D, H, A, H/D e MSPA/MSR) foram diferentes, sugere-se, para a composição dos substratos, a dose de 37% de biofertilizante para o LVA e RQ, considerando o fato de que o D constitui a variável mais importante para avaliação da qualidade das mudas de aroeira (JOSÉ et al., 2005).



**Figura 2** – Área foliar, massa seca da parte aérea e total de mudas de aroeira cultivadas com diferentes proporções de amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) ou Neossolo Quartzarenico (RQ) com biofertilizante.

**Figure 2** – Shoot dry matter, leaf area and total dry matter of aroeira seedlings grown in different proportions of Red-Yellow Latosol (LVA) or Quartzarenic Neosol (RQ) with sewage sludge.

Apesar dos resultados deste presente trabalho evidenciarem que o substrato produzido com a mistura de solo e biossólido mostrou-se capaz de promover o crescimento inicial de mudas de aroeira, podendo ser uma alternativa potencial para a sua produção, os resultados aqui apresentados só são válidos para o biossólido da ETE de Serrania, MG. Como os teores de nutrientes e metais pesados podem ter ampla variação em diversos lotes de diferentes regiões (estações), pois dependem da composição do esgoto, tipo de tratamento em que estes são produzidos e época do ano, entre outros fatores, torna-se difícil garantir que os mesmos teores de nutrientes estarão contidos em diversas massas de biossólido, o que pode alterar as respostas das mudas em função da aplicação destas (SILVA et al., 2002). No entanto, se os hábitos sociais, que determinam a composição do esgoto numa região de abrangência de uma estação, forem relativamente constantes e se o tipo de tratamento não for alterado, podem ser obtidas médias mais seguras dos teores presentes. Portanto, antes de estabelecer recomendações sobre a utilização de biossólidos para a produção de mudas de espécies florestais, são necessários estudos específicos para biossólidos oriundos de outras estações e também quantificações mensais para estabelecimento de médias dos teores de elementos químicos presentes nos lotes de uma mesma estação. Além disso, devem-se considerar os requerimentos nutricionais e os níveis de tolerância a estresses (e.g. metal pesado, salinidade) específicos de cada espécie vegetal e a composição dos demais substratos utilizados em combinação com o biossólido.

#### 4. CONCLUSÕES

O biossólido da ETE de Serrania, MG, foi capaz de fornecer nutrientes às mudas de aroeira.

As proporções de 63% para o Neossolo Quartzarênico ou de Latossolo Vermelho-Amarelo e 37% de biossólido constituem-se nas mais adequadas para o preparo do substrato à produção das mudas de aroeira.

#### 5. REFERÊNCIAS

AUGUSTO, D.C.C. et al. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba). **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.335-342, 2003.

ALTAFIN, V.L. et al. Utilização de lodo de fosfatização na produção de mudas de espécies nativas. **Engenharia ambiental**, v.1, n.1, p.45-50, 2004.

BRANDÃO, V.S. et al. **Infiltração da água no solo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 98p.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1995. 451p.

**COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS- CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação**. Viçosa, MG: 1999. 359p.

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CTSIA. Aplicação de biossólidos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas: critérios para projetos e operação**. São Paulo: 1999. 29p. (CETESB –Norma P.4.230).

CUNHA, A.M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed**. Rio de Janeiro: 1997. 212p.

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

FERREIRA, D.F. **SisVar - programa estatístico**. Versão 4.2 (Build 39). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.

FURTINI NETO, A.E. et al. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, v.5, n.2, p.1-12, 1999.

GOMES, J.M.; SILVA, A.R. **Os substratos e sua influência na qualidade de mudas.** In: BARBOSA, J.G. et al. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.190-225.

GUEDES, M.C.; POGGIANI, F. Variação dos teores de nutrientes foliares em eucalipto fertilizado com biofertilizante. **Scientia Forestalis**, n.63, p.188-201, 2003.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biofertilizante e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1069-1076, 2004.

JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v.11, n.2, p.187-196, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas:** Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.

MORAIS, S.M.J. et al. Uso do lodo de esgoto da Corsan - Santa Maria, (RS) comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare**, v.6, n.6, p.44-49, 1997.

NASCIMENTO, C.W.A. et al. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após a aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2 p.385-392, 2004.

PAVAN, M.A. et al. Manejo da cobertura do solo para formação e produção de uma lavoura cafeeira. I. Influência na fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.2, p.187-192, 1986.

RESENDE, A.V. et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2071-2081, 1999.

ROCHA, G.N.; GOLÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biofertilizante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.4, p.623-639, 2004.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.9, n.3, p.249-254, 1985.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biofertilizante produzido no Distrito Federal. II - Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.2, v.26, p.497-503, 2002.

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

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiro para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.168-90.