

**BIOSSÓLIDO EM SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE *Handroanthus chrysotrichus*¹**

**USE OF BIOSOLID IN THE SUBSTRATE FOR *Handroanthus chrysotrichus*
SEEDLINGS PRODUCTION**

Suellen Batista de ARRUDA²; Francisca Alcivania de Melo SILVA^{2,4};
Marcelo Viera FERRAZ²; Reginaldo Barboza da SILVA²;
Ocimar José Batista BIM³

RESUMO – A reutilização como substrato tem sido uma das estratégias para disposição final de lodos de esgoto, sendo importantes os estudos sobre seu uso com espécies florestais em diferentes classes texturais de solos. Objetivou-se avaliar a qualidade de mudas de *Handroanthus chrysotrichus* utilizando como substrato diferentes proporções de compostos à base de resíduos da agroindústria do palmito e lodo de esgoto em duas classes de solos (Cambissolo háplico e Latossolo Amarelo distrófico). O experimento foi realizado no viveiro de mudas da UNESP – Campus Experimental de Registro – SP, em delineamento inteiramente casualizado – DIC em esquema fatorial 2 x 5, com duas texturas de solo (média e argilosa) e cinco proporções de composto (100:0; 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80%) com dez repetições. Foram avaliados: diâmetro de coleto (D), altura da parte aérea (H), massa seca de raiz – MSR, massa seca da parte aérea – MSPA, massa seca total – MST, (H/D); (MSPA/MSR), Índice de Qualidade de Dickson – IQD e macronutrientes na parte aérea das mudas. A adição de biossólido aumentou as concentrações de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio dos substratos, melhorando sua fertilidade. O desenvolvimento máximo das mudas foi obtido com as proporções 47% e 40% de biossólido/solo, para o Latossolo e Cambissolo, respectivamente. O biossólido formulado à base de lodo de esgoto e resíduos da agroindústria do palmito foi capaz de suprir as necessidades nutricionais do ipê-amarelo, sendo desnecessária a adição de adubos químicos.

Palavras-chave: substrato; lodo de esgoto; solo; mudas florestais; *Handroanthus chrysotrichus*.

ABSTRACT – Recycle the substrate has been nowadays the strategic to use again the sewage sludge and the the studies are being important on its use for forest species in different textural classes of soils. The aim of this study was to evaluate the quality of *Handroanthus chrysotrichus* seedlings using different proportions of residues based on residues from the palm oil and sewage sludge in two classes of soils (Inceptsoil – LA and Oxisoil – Cx). The experiment was conducted in UNESP's greenhouse – Campus Experimental de Registro – SP in a completely randomized design – CRD factorial 2 x 5, it was submitted to two types of soils (Oxisoil and Inceptsoil) and five soil proportions: biosolids (100:0; 80:20; 60:40; 40:60 and 20:80%) were used with ten replicates. Diameter stem – D, shoot height – H, root dry weight – MSR,

¹Recebido para análise em 24.10.17. Aceito para publicação em 12.12.17.

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus Experimental de Registro, Rua Nelson Brihi Badur, 430, Vila Tupi, 11900-000, Registro, SP, Brasil.

³Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

⁴Autor para correspondência: Francisca Alcivania de Melo Silva – alcivania@gmail.com

dry weight of shoot – MSPA, total dry matter – MST, (H/D), (MSPA/MSR), Dickson Quality Index – IQD and macronutrients in the shoots of seedlings were evaluated. The application of biosolids increased concentrations of organic matter, phosphorus, potassium, calcium and magnesium substrates, improving its fertility. The maximum development of the plants were obtained with the proportions 47% and 40% of sewage sludge/soil for LA and Cx soils, respectively. Biosolids formulated on sewage sludge on the base and waste from the palm agribusiness were able to meet the nutritional needs of the *Handroanthus chrysotrichus*, rendering unnecessary the addition of chemical fertilizers.

Keywords: substrate; sewage sludge; soil; forest seedlings; *Handroanthus chrysotrichus*.

1 INTRODUÇÃO

A reutilização como substrato tem sido uma das estratégias estudadas para contornar os transtornos causados pela crescente produção de lodos gerados nas estações de tratamento de esgoto. No entanto, os lodos apesar de suas elevadas concentrações de nutrientes, não podem ser utilizados puros, já que podem conter patógenos, o que comprometeria a saúde dos usuários durante o manuseio. A compostagem com diferentes materiais orgânicos melhora as características físicas e químicas desses materiais, além de promover a higienização e estabilização desses lodos.

A disposição dos lodos, como componente de substratos destinados ao cultivo de mudas, é viável (Guedes e Poggiani, 2003; Altafin et al., 2004), tendo em vista a economia de fertilizantes que este material proporciona para diversas culturas (Rocha et al., 2004), além dos benefícios ambientais (Guerrini e Trigueiro, 2004).

A utilização de lodo de esgoto como substrato pode propiciar um melhor aproveitamento de nutrientes pela planta em relação à adubação mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente, suprindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (Carvalho e Barral, 1981). Esse resíduo pode ser usado, ainda, como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, considerando seu teor de matéria orgânica e nutriente.

No Vale do Ribeira – SP, região com inúmeras fábricas de palmito, onde são geradas grandes quantidades de resíduos (casca de pupunha),

Silva et al. (2015) e Silva et al. (2012) avaliaram a compostagem de resíduos da agroindústria do palmito e lodo de esgoto, verificaram a viabilidade do processo e sugeriram perspectivas do uso destes materiais como substrato para a produção de mudas de essências florestais em tubetes como forma de reciclagem, aproveitamento e disposição final destes dois resíduos.

Para a obtenção de mudas de qualidade é necessário atentar para os vários fatores ligados ao manejo no viveiro, e entre os fatores importantes está o substrato, que tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período de tempo e baixo custo. (Cunha et al., 2006; Caldeira et al., 2008). As seguintes características são consideradas fundamentais para um substrato: estrutura e consistência, boa porosidade e capacidade de retenção de água, isenção de substâncias tóxicas, de inóculos de doenças, de plantas invasoras, de insetos, de sais em excesso e com disponibilidade em quantidade adequada e custos economicamente viáveis (Gonçalves et al., 2000).

Para a produção de mudas de espécies florestais é comum a utilização de amostras subsuperficiais de solo como substrato, principalmente por ser um material 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 sua fertilidade (Nascimento et al., 2004; Rocha et al., 2004).

Handroanthus chrysotrichus, conhecido popularmente como ipê-amarelo ou ipê cascudo, é uma espécie arbórea pertencente à família Bignoniaceae, a qual é composta por cerca de 120 gêneros e 800 espécies. Apresenta distribuição pantropical, com maior número de espécies no Neotrópico; somente poucos táxons ocorrem em regiões temperadas. As espécies dessa família são encontradas em diferentes tipos de ambientes, desde os cerrados abertos até as florestas úmidas e perenifólias (Silva e Queiroz, 2003).

Assim, em vista da necessidade contínua de estudos avaliando novos substratos potenciais, bem como o efeito das diferentes texturas de solo na composição dos mesmos, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) produzidas com diferentes proporções de compostos a partir de lodo de esgoto e resíduos da agroindústria do palmito em solos de textura argilosa e média.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de mudas da UNESP – Campus Experimental de Registro – São Paulo – Brasil, localizado no município de Registro, SP (latitude 24°29'22"S, longitude 47°50'10"WE, altitude de 11,99 m), de clima tropical úmido (Af) com transição para clima subtropical (Cfa), sem estação seca definida.

O preparo dos substratos destinados ao crescimento das mudas de ipê foi feito utilizando amostras de solo coletadas em subsuperfície (20 a 40 cm) de um Latossolo Amarelo distrófico – LA de textura média, localizado no Campus BR da UNESP de Registro-SP, e de um Cambissolo háplico – Cx de textura argilosa (Tabela 1), localizado às margens do rio Ribeira de Iguape, município de Registro – SP. Após a coleta, as amostras de solos foram homogeneizadas, secas ao ar, sendo em seguida retirada uma parte de cada solo para caracterização química e física, de acordo com metodologia proposta em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1997, 2006), cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

A opção no estudo por duas classes de solo, e por conseguinte, duas distintas composições granulométricas, média (LA) e argilosa (Cx) na composição do composto, buscou atender à demanda de produtores da região, que tradicionalmente aproveitam os solos de barrancos (LA) e, ou às margens do rio (Cx) na produção de mudas.

O composto orgânico utilizado na composição dos tratamentos do referido experimento foi produzido por meio de um processo de compostagem de lodo de esgoto da Estação de Tratamento de Esgotos da Ilha Comprida – SP e resíduos da agroindústria do palmito (casca de pupunha) na proporção 1:1 em volume, por um período de 120 dias.

Tabela 1. Atributos químicos e composição granulométrica dos solos utilizados no experimento.

Table 1. Chemical attributes and granulometric composition of soils used in the study.

Solo	pH	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				(%)
(LA)	3,9	2,0	9,0	69,0	0,8	7,0	2,0	9,0	79,0	12,0
(Cx)	5,2	3,0	19,0	31,0	2,2	22,0	22,00	14,0	69,0	55,0
	Areia Total (> 0,05 mm)			Argila (> 0,05 mm)		Silte (0,5 - 0,002 mm)		Textura (Embrapa, 2006)		
	g kg ⁻¹									
(LA)	503			200		297		Média		
(Cx)	155			502		343		Argilosa		

M.O.: Matéria orgânica; P: fósforo; H + Al: acidez potencial; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca catiônica e V: Saturação por bases.

M.O.: Organic matter; P: phosphorus; H + Al: potential acidity; K: Potassium; Ca: Calcium; Mg: Magnesium; SB: Base sum; CTC: Cation exchange capacity and V: Base saturation.

O composto orgânico foi quimicamente caracterizado, sendo considerado apto para uso agrícola de acordo com a legislação do CONAMA 375/2006 (Brasil, 2006). Todo o procedimento seguiu às metodologias propostas de EMBRAPA (1997): pH: 5,8; CE: 1,0; Relação C/N: 11/1; N: 1,16%; P: 1,01%; K: 0,24%; Ca: 0,75%; Mg: 0,75%; S: 0,19%; CTC mmol kg^{-1} : 450; Na mg kg^{-1} : 285; Cu mg kg^{-1} ; Fe mg kg^{-1} : 61275; Mn mg kg^{-1} : 2166; Zn mg kg^{-1} : 164; Cd mg kg^{-1} : 15,19; Pb mg kg^{-1} : 16,05; Cr mg kg^{-1} : 16,5.

O delineamento inteiramente casualizado – DIC, em esquema fatorial (5 x 2), considerou os fatores proporção do composto orgânico (0, 20, 40, 60 e 80% v.v.) em relação à quantidade relativa de solo e o tipo de textura do solo (argilosa e média), totalizando, portanto, dez tratamentos (Tabela 2). Os ensaios consideram dez repetições, perfazendo um total de 100 unidades experimentais.

Para a composição dos tratamentos, os solos coletados e o composto foram secos ao ar, peneirados (peneira 4 mm) e acondicionados em saquinhos plásticos com capacidade de 1 L. Em seguida, foi feita a calagem, buscando elevar a saturação por bases a 80%. Nesse procedimento, adicionou-se 2,7 g/saco de calcário dolomítico para o solo de textura média e 0,85 g/saco para o

solo de textura argilosa, incubando-se as amostras por um período de 20 dias. Decorrido esse tempo, foi realizada adubação básica com N, P e K nos tratamentos que não receberam o composto, sendo 0,27 g/kg de ureia, 1,4 g/kg de superfosfato triplo e 0,13 g/kg de cloreto de potássio. Aos demais tratamentos foram incorporadas as seguintes proporções (v.v) do composto: 100:0; 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80. Os saquinhos foram encanteirados aleatoriamente sobre piso britado, em viveiro de mudas coberto com sombrite, que permitiu passagem de 50% de luminosidade.

As sementes de ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) são de empresa certificada, sendo a semeadura feita em sementeira com areia. Quando as plântulas apresentaram de 2 a 3 pares de folhas e 5 cm de altura, foi feita a repicagem de uma muda para cada saco plástico, contendo os substratos de seus respectivos tratamentos. O tempo de permanência das mudas no viveiro foi de 120 dias. Aos 45, 90 e 120 dias após o transplante, foram mensuradas alturas das plantas (medida do substrato até a gema apical), utilizando régua graduada e diâmetro do coleto com auxílio de um paquímetro digital.

Tabela 2. Classes de solo e textural, relação de solo/composto.

Table 2. Soil and textural classes, soil/composite ratio.

Solo, S	Textura, T	% de solo, S	% de Composto, C	Tratamentos, T
Cx	Argilosa (A)	100	0	A0
	Argilosa (A)	80	20	A20
	Argilosa (A)	60	40	A40
	Argilosa (A)	40	60	A60
	Argilosa (A)	20	80	A80
LA	Média (M)	100	0	M0
	Média (M)	80	20	M20
	Média (M)	60	40	M40
	Média (M)	40	60	M60
	Média (M)	20	80	M80

Cx: Cambissolo háplico; LA: Latossolo Amarelo distrófico.

Cx: Inceptsoil; LA: Oxisoil.

Aos 120 dias após o transplante, as plantas foram cortadas, separadas em raiz e parte aérea, lavadas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até a obtenção de peso constante, passando a compor a massa seca da parte aérea – MSPA e a massa seca da raiz – MSR. Foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson – IQD (Dickson et al., 1960), através da fórmula: $IQD = MST/(H/D + MSPA/MSR)$, onde: Q: MST (g) = massa seca total; H (cm) = altura; D (mm) = diâmetro do colo; MSPA (g) = massa seca da parte aérea; MSR (g) = massa seca da raiz.

As amostras de matéria seca da parte aérea foram enviadas ao Laboratório de Análise de Plantas da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP de Botucatu, sendo determinados N, P, K, Ca, Mg e S, de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, testes de médias (Scott Knott) e de regressão, empregando-se o programa estatístico SISVAR 4.2 (Ferreira, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização química dos substratos está apresentada na Tabela 3. Os valores de pH estão entre 5,2 e 6,1, portanto dentro da faixa considerada adequada (5,0 a 6,5) para produção de mudas florestais (Valeri e Corradini, 2000). Embora a acidez seja uma das características mais limitantes à disponibilidade de nutrientes para as plantas, Kämpf (2000) enfatiza que há maior disponibilidade de nutrientes em substratos de base orgânica quando os mesmos apresentam pH (em água) situado entre 5,2 e 5,5.

Para avaliar a qualidade dos materiais, as concentrações de P, K, Ca e Mg foram comparadas aos valores considerados “adequados” para substratos, visando à produção de mudas florestais, de acordo com Gonçalves e Poggiani (1996): P resina acima de 400 mg.dm⁻³, o K trocável entre 3,0 e 10 cmolc.dm⁻³, Ca entre 10 e 20 cmolc.dm⁻³ e Mg entre 5 e 10 cmolc.dm⁻³, respectivamente. Os teores de P encontrados para todos os tratamentos (Tabela 3) são considerados baixos, entretanto, necessariamente não podem ser considerados impeditivos para o crescimento inicial de uma espécie climax, como o ipê.

Tabela 3. Caracterização química dos substratos compostos pelas proporções de solo e biossólido.

Table 3. Chemical characterization of substrates composed of soil and biosolid proportions.

Tratamentos	pH	P ²	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	M.O ³	CE	C/N
		mg dm ³	-----cmolc dm ⁻³ -----			dag kg ⁻¹	mS cm ⁻¹	
A0	5,2	125	3,1	3,5	3,4	2,0	1,0	–
A20	5,4	112	3,8	3,2	3,2	3,0	1,1	9/1
A40	5,5	101	4,8	3,8	3,3	6,0	1,1	10/1
A60	5,2	93	5,6	3,7	3,0	15,0	1,3	10/1
A80	5,1	92	5,9	3,6	3,3	18,0	1,9	8/1
M0	6,1	91	3,0	4,9	4,0	3,0	0,9	–
M20	5,6	92	4,7	3,6	3,5	3,9	1,1	10/1
M40	5,4	105	6,4	3,5	3,7	6,0	1,1	9/1
M60	5,9	113	8,4	2,8	3,6	8,0	1,6	9/1
M80	5,6	109	10,2	2,6	3,8	12,0	2,0	8/1

A – solo argiloso; M – solo de textura média.

A – clay soil; M – medium texture soil.

Os teores de K permaneceram dentro da faixa considerada adequada para todos os tratamentos (Tabela 3) e o aumento das concentrações deste nutriente acompanhou as doses de lodo de esgoto adicionadas ao substrato, o que certamente se deve à de incorporação dos resíduos da agroindústria do palmito, ricos neste elemento, ao processo de compostagem. A reconhecida pobreza dos lodos de esgoto em K pode, assim, ser contornada pela adição desse resíduo rico em K, dispensando a adição do adubo mineral.

As concentrações de Ca e Mg foram consideradas baixas para substratos, o que pode ser reflexo da composição dos materiais utilizados na compostagem e dos solos adicionados às misturas.

A adição de composto aumentou os percentuais de matéria orgânica para os dois solos estudados (Tabela 3), o que resultou em incremento da capacidade de troca catiônica efetiva e potencial, importante para a retenção de nutrientes em formas disponíveis para as mudas (Nobrega et al. 2007).

3.1 Avaliações Biométricas

Na Tabela 4 são mostradas as alturas de mudas de ipê-amarelo aos 45, 90 e 120 dias após o transplantio – DAT. Aos 45 DAT, somente o

tratamento com 60% de composto resultou em alturas significativamente superiores aos demais. Tal fato pode estar associado ao reconhecido crescimento lento da espécie (clímax) em fase inicial, bem como à liberação lenta dos nutrientes via decomposição/mineralização da matéria orgânica nos primeiros meses. De acordo com Resende et al. (1999) e Siqueira et al. (1995), o crescimento inicial das espécies clímax é pouco influenciado pelo nível de fertilidade do solo, o que poderia ser indicativo de maior adaptação a solos pouco férteis, ou de um rígido ajuste da taxa de crescimento às condições de baixa disponibilidade de nutrientes, o que restringe sua sensibilidade à melhoria nos níveis de fertilidade do solo.

Aos 90 DAT, apenas o tratamento à base solo e adubação mineral foi estatisticamente inferior aos demais, para o solo de textura média. Carvalho Filho et al. (2004) enfatizaram que a terra de subsolo tem sido comumente utilizada como principal material no preenchimento de embalagens plásticas, entretanto, geralmente apresenta baixos níveis de nutrientes. Os maiores valores de altura no solo argiloso ocorreram quando foi utilizado 20% de composto orgânico.

Tabela 4. Altura de mudas de *Handroanthus chrysotrichus* em função dos tratamentos e dias após o transplantio – DAT.
Table 4. Height of seedlings of *Handroanthus chrysotrichus* according to treatments and days after transplanting – DAT.

Composto (%)	M	A	M	A	M	A
	Altura 45 DAT		Altura 90 DAT		Altura 120 DAT	
------(cm)-----						
0	6,17 a	5,66b	6,95b	7,72b	10,57 b	9,20 b
20	6,30a	5,75b	9,55a	11,34 a	26,53 a	29,70 a
40	5,84a	5,75b	9,14a	7,98b	25,35 a	28,44 a
60	6,11a	6,78a	9,98a	9,30b	27,48 a	22,65 a
80	6,85a	5,71b	9,28a	8,92b	21,60 a	13,75 b
Média	6,25A	5,93A	8,98A	9,05A	22,30 A	20,75 A

A – solo argiloso; M – solo de textura média. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna comparam proporções de composto e maiúsculas na linha comparam texturas, não diferindo entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A – clay soil; M – medium texture soil. Means followed by the same lowercase in the column compare compost proportions and uppercase in the line compare textures, not differing from each other by Scott Knott test at 5% probability.

Houve efeito das proporções de solo e composto na altura das plantas aos 120 dias após o transplântio, o que não ocorreu quando da comparação entre as classes de textura. De acordo com Paiva e Gomes (2000), mudas de espécies arbóreas estão aptas para o plantio no campo quando a altura da parte aérea estiver acima de 15 cm, o que só foi verificado neste estudo na medição realizada aos 120 dias após o transplântio. Os maiores valores de altura foram obtidos para os tratamentos em que foram utilizados na formulação dos substratos, compostos orgânicos em diferentes proporções. Esses resultados são importantes do ponto de vista do manejo, pois, normalmente, aos 120 dias, são comuns valores de altura entre 15 e 20 cm, característicos do desenvolvimento de espécies de crescimento lento como o ipê-amarelo. O acréscimo de fontes de matéria orgânica reduziria, assim, o tempo da muda em viveiro, resultando em economia para o produtor. Diversos autores têm comprovado que a adição de composto orgânico aos substratos usados para produção de mudas resulta em benefícios como o fornecimento de macro e micronutrientes e a redução do Al trocável. A exceção ocorreu para a proporção de 80% de composto orgânico no solo textura média (M), na qual os resultados são estatisticamente iguais ao tratamento em que foi utilizado 100% de solo e adubação mineral. Trigueiro e Guerrini, (2014), avaliando o crescimento de mudas de aroeira pimenteira, verificaram menor crescimento de mudas com proporções de biossólido acima de 60% do total.

Para os substratos formulados à base de solo de textura média (M), as mudas atingiram altura máxima com a adição de 60% de composto, já para os formulados à base do solo de textura argilosa (A), a altura máxima foi alcançada com a adição de 20% de composto orgânico. Tal resultado reforça a diferença de resposta à adição de matéria orgânica entre solos argilosos e arenosos.

A areia possui atributos, como partículas minerais inertes e baixa capacidade de retenção de água e nutrientes (Wendling, 2002), além de possuir baixa saturação por bases. Ajjalla et al. (2012) recomendam a utilização de solos de textura média para a formulação de substratos de espécies de cerrado como o ipê.

As mudas produzidas em substratos à base de composto orgânico, à exceção da proporção 80% de composto orgânico para o solo argiloso, apresentaram desenvolvimento em altura estatisticamente superior àquelas cultivadas somente com solo e adubação química.

O diâmetro do colo é uma variável observada para avaliar a capacidade de sobrevivência de mudas de diferentes espécies florestais no campo. Segundo Caldeira et al. (2008), o diâmetro do colo das mudas plantadas no campo deve ter entre 2,0 e 2,5 mm. Nesse sentido, já aos 45 dias após o transplântio (Tabela 5), as mudas de todos os tratamentos já apresentavam esse padrão. Não foram verificadas diferenças estatísticas entre os substratos produzidos a partir de solos das diferentes classes texturais.

A relação entre a altura e o diâmetro do colo (H/D) 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). Nas proporções equivalentes a 100% de solo (Tabela 6), em que a fertilização foi feita apenas via adubo mineral, foram verificados valores de H/D inferiores aos recomendados para mudas de qualidade. Tal resultado reitera a importância do componente orgânico na composição de substratos para a produção de mudas de espécies florestais. As diferenças significativas entre as médias para o FR e o FRA são reflexos do comportamento de classes de solo quando da adição de matéria orgânica e podem servir de base para futuras indicações de dosagens de adubação orgânica na composição de substratos para mudas florestais.

Tabela 5. Diâmetro do colo de mudas de *Handroanthus chrysotrichus* em dois solos e diferentes proporções de composto aos 45, 90 e 120 dias após o transplantio – DAT.Table 5. *Handroanthus chrysotrichus* stem diameter in two soils and different proportions of compost in 45, 90 and 120 days after transplanting – DAT.

Composto (%)	M	A	M	A	M	A
	Altura 45 DAT		Altura 90 DAT		Altura 120 DAT	
------(cm)-----						
0	2,16	2,26	2,58	3,43	2,96 b	3,74 b
20	2,13	2,24	3,67	3,61	4,70 a	4,95 a
40	2,13	2,37	3,03	3,74	3,63 b	4,61 a
60	2,18	2,44	3,42	3,61	4,32 a	4,18 b
80	2,22	2,53	3,34	2,90	4,35 a	3,42 b
Média	2,16 A	2,36A	3,21A	3,46 A	3,99 A	4,18 A

A – solo argiloso; M – solo de textura média. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparando proporções de composto) e maiúsculas na linha (comparando texturas) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A – clay soil; M – medium texture soil. Means followed by the same lowercase in the column (comparing compost proportions) and uppercase in the line (comparing textures) do not differ from each other by Scott Knott test at 5% probability.

Tabela 6. Relações de altura e diâmetro (H/D) e Índice de Qualidade de Dickson – IQD de mudas de *Handroanthus chrysotrichus* em dois solos e diferentes proporções de composto aos 120 dias após o transplantio.Table 6. Relationship of height and diameter (H/D) and Dickson Quality Index – IQD of *Handroanthus chrysotrichus* seedlings in two soils and different proportions of compost at 120 days after transplanting.

Composto(%)	M	A	M	A
	H/D		IQD	
0	3,68 b	2,69b	0,63c	0,73c
20	5,51a	6,12a	1,83a	1,78a
40	7,01a	6,64a	0,76c	0,89c
60	6,51a	5,52a	1,32b	1,27b
80	5,43 a	4,01b	1,16b	0,88c
Média	5,93 A	4,99B	1,14A	1,11a

A – solo argiloso; M – solo de textura média. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparando proporções de composto) e maiúsculas na linha (comparando texturas) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A – clay soil; M – medium texture soil. Means followed by the same lowercase in the column (comparing compost proportions) and uppercase in the line (comparing textures) do not differ from each other by Scott Knott test at 5% probability.

No cálculo do Índice de Qualidade de Dickson – IQD são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando os resultados de vários atributos importantes empregados na avaliação da qualidade das mesmas. Gomes e Paiva (2006) recomendam que o IQD deve ter o valor mínimo de 0,20 para mudas de qualidade. Neste estudo, as mudas de

todos os tratamentos avaliados, incluindo aqueles nos quais não foi utilizada adubação orgânica, apresentaram índices dentro do recomendado. Os maiores valores de IQD (Tabela 6), superiores aos demais, foram calculados para as mudas cultivadas com proporções de 20% de composto para as duas texturas de solo avaliadas. Não foi verificado efeito da textura do solo utilizado na composição dos substratos para esses índices.

Para a matéria seca da parte aérea – MSPA (Tabela 7), quando comparado o efeito do solo, apenas na proporção 80% de composto foi verificada diferença significativa entre os tratamentos, com os maiores valores para o substrato á base do solo de textura média (M).

As mudas adubadas com composto orgânico apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo, quando comparadas àquelas cultivadas somente com solo e adubação mineral. Esses resultados se assemelham aos de outros trabalhos que também atestam os efeitos benéficos dos biossólidos na composição de substratos para mudas (Nobrega et al., 2007; Faustino et al., 2005).

O tratamento que apresentou os melhores resultados para MSPA, MSR e MST foi o formulado à base de 20% de composto orgânico para as duas texturas de solo avaliadas. Nobrega et al. (2007), avaliando o crescimento de aroeira pimenteira em dois tipos de solos (LVA e RQ), encontraram valores máximos de MSPA equivalentes de 37 e 34% de acréscimo biossólido para cada solo, valores semelhantes ao deste estudo. Não foi verificado efeito das texturas de solo para MSR, relação MSPA/MSR e MST. Resultado semelhante foi verificado por Ajalla et al. (2012), que obtiveram maior massa seca de raízes em mudas de baru (*Dipteryx alata*) desenvolvidas em solos de textura argilosa, em comparação aos solos de textura arenosa.

A matéria seca da parte aérea – MSR, a exemplo da MSPA apresentou incrementos de até cinco vezes quando comparada aos tratamentos em que foi utilizada apenas a adubação mineral para os dois solos avaliados, o que mais uma vez reforça o benefício do uso da matéria orgânica na composição de substratos para mudas florestais. A adição de matéria orgânica acentua o efeito sobre a fertilidade do solo, pois é fonte de nutrientes para as plantas, afetando também a aeração, permeabilidade e capacidade de retenção de água pelo solo, através da capacidade de formação e estabilização dos agregados (Silva et al., 2010).

Para Caldeira et al. (2008), os valores expressos pela relação MSPA/MSR devem ser próximos de 2,0 para mudas de qualidade. Assim, no presente estudo, o valor mais próximo desse índice foi alcançado na proporção de 40% de composto orgânico, sendo estes significativamente diferentes e superiores para o solo FR. O mesmo também ocorreu na comparação das médias dos tratamentos. Os melhores resultados alcançados pelo uso do biossólido na composição de substratos com solos de textura mais argilosa podem ser explicados pela maior CTC apresentada por estes. A maior probabilidade de perdas de N por lixiviação ou volatilização deve ocorrer em solos de textura mais arenosa (Smith et al., 1998).

Tabela 7. Matéria seca da parte aérea – MSPA, matéria seca de raiz – MSR, MSPA/MSR e matéria seca total – MST de mudas de *Handroanthus chrysotrichus*, em dois solos e diferentes doses de composto, aos 120 dias após o transplantio.

Table 7. Niger shoots, dry matter, root dry matter and total dry matter of *Handroanthus chrysotrichus* seedlings in two soils and different levels of compost at 120 days after transplanting.

Composto (%)	M	A	M	A	M	A	M	A
	MSPA		MSR		MSPA/MSR		MST	
	----- g planta ⁻¹ -----							
0	1,24d	0,84c	1,57c	1,44d	0,79a	0,60c	2,82d	2,29d
20	5,50a	6,43a	6,25a	6,31a	0,88a	1,03b	11,75a	12,75a
40	3,06c	4,99b	3,07b	2,69c	0,99a	1,99a	6,14c	7,69b
60	4,06b	4,52b	5,45a	3,94b	0,75a	1,14b	9,51b	8,46b
80	3,13c	1,79c	3,92b	2,42c	0,79a	0,74c	7,06b	4,21c
Média	3,40A	3,71A	4,05A	3,36A	0,84A	1,10A	7,11A	7,36A

A – solo argiloso; M – solo de textura média. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparando proporções de composto) e maiúsculas na linha (comparando texturas) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A – clay soil; M – medium texture soil. Means followed by the same lowercase in the column (comparing compost proportions) and uppercase in the line (comparing textures) do not differ from each other by Scott Knott test at 5% probability.

Não houve efeito individual das proporções de compostos orgânicos aplicados, nem das texturas de solo para os teores de N, P e Ca na parte aérea das mudas de ipê avaliadas no presente estudo (Tabela 8).

As concentrações de macronutrientes nas folhas refletem a qualidade e eficiência no fornecimento de nutrientes pelos substratos avaliados. Os valores obtidos foram comparados com os sugeridos por Silva (2015) para diferentes espécies de ipê, referentes aos teores foliares de nutrientes considerados adequados. Os níveis adequados de macronutrientes (g/kg) são, em mg kg⁻¹: N (19 a 23); P (2,0 a 2,7); K (16 a 18); Ca (10 a 18); Mg (1,5 a 3,2); S (2,2 a 2,4). Assim, verificou-se que os teores de N para todos os tratamentos, incluindo aqueles em que não foi utilizada a adubação orgânica, foram considerados elevados. Segundo Landis (1989), altos níveis de fertilização ou alta disponibilidade de nutrientes podem levar à absorção de qualquer um dos 13 nutrientes, porém no processo da formação das mudas, acumulam em maiores níveis N e K. Essa absorção não é considerada danosa, porém se levada em consideração a necessidade da planta, passa a ser um desperdício de adubo. Esses autores consideram, ainda, que a absorção de luxo de N é muito comum na fase de crescimento rápido das plantas, como é o caso da fase de muda. Scheer et al. (2012) afirmam que as quantidades de N presentes nos biossólidos são suficientes para suprir as necessidades das mudas e elevam consideravelmente os teores desse nutriente na parte aérea.

Nos tratamentos em que foi utilizado apenas o adubo mineral (0 composto) para as duas texturas avaliadas, os teores de P na parte aérea foram considerados dentro da faixa “adequada”, sugerida por Malavolta et al. (1997), nos demais tratamentos estes teores foram considerados acima do adequado. Sabendo-se que os teores de P nos substratos (Tabela 3) foram classificados como “baixos”, de acordo com Gonçalves e Poggiani (1996), credita-se essa liberação à degradação da matéria orgânica presente nos substratos (relação C/N variando

entre 8 e 10/1). Poucas pesquisas têm sido realizadas quanto à análise de tecido vegetal em mudas de ipê-amarelo. Resende et al. (1999) avaliaram o acúmulo e a eficiência nutricional de macronutrientes de mudas de *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. em resposta à fertilização fosfatada em Latossolo Vermelho-Escuro no período de 90 dias, sendo constatadas elevadas concentrações foliares de fósforo. De acordo com os mesmos autores, deve ser considerado que provavelmente essa espécie seja bastante exigente em fósforo, o que limita seu crescimento em solos de baixa fertilidade. Souza et al. (2005), avaliando o crescimento de ipê (*Tabebuia serratifolia*) em substratos à base de terra de subsolo e composto orgânico, encontraram resultados semelhantes.

Não foi verificado efeito das diferentes classes de textura do solo para os teores de K na parte aérea das mudas avaliadas (Tabela 8). Comparando-se os teores de K na parte aérea das mudas de ipê deste estudo como os considerados adequados por Silva (2015), verificou-se que a adição de proporções de composto a partir de 40 (%) resultaram em teores acima do considerado adequado, o que no solo de textura média só ocorreu na proporção 60% de composto. Na caracterização química dos substratos testados (Tabela 3), verificou-se um aumento da condutividade elétrica com a incorporação de biossólido à mistura, bem como dos teores de K, o que pode explicar os resultados. Trigueiro e Guerrini (2003), avaliando atributos físicos e químicos de substratos à base de biossólido e casca de arroz carbonizada, também verificaram aumentos na CE destes materiais à medida que aumentou a dose de biossólido. Segundo Gonçalves et al. (2000), a condutividade elétrica do substrato não deve ficar acima de 1,0 mS cm⁻¹, em determinações realizadas a partir de extrato de diluição de 1:1,5. Na proporção 80% de composto orgânico, o comportamento foi inverso ao apresentado pela altura de plantas, indicando que, no de textura média, a dose mais elevada pode ter causado efeito salino e prejudicado o crescimento dessas plantas.

Tabela 8. Teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) em mudas de *Handroanthus chrysotrichus*, em dois solos e diferentes doses de composto aos 120 dias após o transplantio.

Table 8. Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) contents in *Handroanthus chrysotrichus* seedlings in two soils and different levels of compost at 120 days after transplanting.

Composto (%)	M	A	M	A	M	A
	N		P		K	
----- (g kg ⁻¹)-----						
0	27,00	26,66	2,30	2,46	14,66b	10,66c
20	28,66	27,01	4,01	2,81	14,33b	16,33b
40	28,02	28,33	3,92	4,33	16,33b	19,66a
60	33,03	28,66	5,61	4,80	22,66a	19,0a
80	28,66	31,03	4,44	4,83	16,33b	20,0a
Média	29,06	28,33	4,04	3,72	16,86A	17,13A

A – solo argiloso; M – solo de textura média. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparando proporções de composto) e maiúsculas na linha (comparando texturas) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A – clay soil; M – medium texture soil. Means followed by the same lowercase in the column (comparing compost proportions) and uppercase in the line (comparing textures) do not differ from each other by Scott Knott test at 5% probability.

Em comparação com os teores de Ca considerados adequados (3-12 g kg⁻¹) por Silva (2015), todos os tratamentos (Tabela 9) que receberam biossólidos resultaram em teores dentro destes índices. O efeito de antagonismo esperado pelas elevadas concentrações de potássio, que normalmente inibem a absorção de cálcio, parece ter ocorrido neste estudo, em que, apesar de serem observadas reduções nos teores de Ca e Mg com o aumento das proporções de biossólido e, conseqüentemente de K aplicadas, esses decréscimos não causaram efeitos deletérios às mudas. Trigueiro e Guerrini (2003) verificaram comportamento semelhante para mudas de eucalipto submetidas a diferentes concentrações de biossólido e casca de arroz carbonizada. Nesse sentido, Canellas et al. (2001) assinalaram que a incorporação de resíduos procedentes do lixo urbano em solos de diferentes texturas

promoveu aumento nos teores de Ca e Mg, refletindo no melhor desenvolvimento das mudas de ipê-roxo.

Os teores de Mg na parte aérea das mudas de ipê excederam os limites considerados adequados para todos os tratamentos, mas sem prejuízo para a qualidade das mudas. Para o S, os teores encontrados enquadram-se na faixa considerada adequada por Silva (2015).

O aproveitamento de lodos de esgoto, gerados nas estações de tratamento de efluentes urbanos, na composição de substratos, pode tornar-se uma alternativa bastante viável de disposição final destes materiais, principalmente se adicionados outros resíduos disponíveis em cada região. No Vale do Ribeira, o enriquecimento dos lodos com resíduos da agroindústria do palmito é viável e contribuiria para a disposição adequada de dois materiais com potencial poluente.

Tabela 9. Teores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) em mudas de *Handroanthus chrysotrichus* em dois solos e diferentes doses de composto orgânico aos 120 dias após o transplantio.

Table 9. Calcium (Ca), Magnesium (Mg) and Sulfur (S) contents in *Handroanthus chrysotrichus* seedlings in two soils and different levels of organic compost at 120 days after transplanting.

Composto (%)	M	A	M	A	M	A
	Ca		Mg		S	
	------(g kg ⁻¹)-----					
0	17,66a	19,33a	5,83a	5,40a	1,93a	1,70a
20	17,33a	18,33a	5,26a	4,70a	2,10a	1,86a
40	15,66a	14,66b	5,06a	3,90a	2,10a	2,02a
60	15,00b	14,33b	4,73a	4,66a	2,86a	2,20a
80	15,00b	14,00b	5,03a	4,21a	2,20a	2,23a
Média	16,53A	16,33A	5,18A	4,57A	2,24A	2,0A

A – solo argiloso; M – solo de textura média. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (comparando proporções de composto) e maiúsculas na linha (comparando texturas) não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A – clay soil; M – medium texture soil. Means followed by the same lowercase in the column (comparing compost proportions) and uppercase in the line (comparing textures) do not differ from each other by Scott Knott test at 5% probability.

4 CONCLUSÕES

A adição de biossólido aumentou as concentrações de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio dos substratos, melhorando sua fertilidade.

O desenvolvimento máximo das mudas foi obtido com as proporções 20% composto orgânico para solos de textura média e argilosa, respectivamente.

O biossólido formulado à base de lodo de esgoto e resíduos da agroindústria do palmito foi capaz de suprir as necessidades nutricionais do ipê-amarelo, sendo desnecessária a adição de adubos químicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJALLA, A.C.A. et al. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012.

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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 375/2006, de 30 de agosto de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506>>. Acesso em: 20 set. 2015.

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

CANELLAS, L.P. et al. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 12, p. 1529-1538, 2001.

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

ARRUDA, S.B. de et al. Biossólido na produção de mudas em *Handroanthus chrysotrichus*.

CARVALHO, P.C.T.; BARRAL, M.F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, v. 3, p. 1-4, 1981.

CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONIBLANK, M.F.; BLANK, A.F. Produção de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 1, p. 61-67, 2004.

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

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960. Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/V12/Producao/producao.html>>. Acesso em: 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

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.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais (propagação assexuada)**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 190-225.

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.

GONÇALVES, J.L.M. et al. 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, 2000. p. 427.

GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo. 1996. CD-ROM.

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

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

LANDIS, T.D. **The container tree nursery manual**. Washington, DC: Public Affairs Office, 1989. 118 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

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.

NOBREGA, R.S.A. et al. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 239-246, 2007.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Viveiros florestais**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 69 p. (Cadernos Didáticos, 72).

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 biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 623-639, 2004.

SCHEER, M.B. et al. Compostos de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 613-621, 2012.

SILVA, A.A. **Teor de nutrientes e crescimento de mudas de ipês em latossolo amarelo distrófico com adição e omissão de calcário e nutrientes**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.

SILVA, F.A.M. et al. Composição de substratos produzidos com lodo de esgoto e resíduos da agroindústria do palmito. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30., 2012, Maceió. **Anais...** Maceió: SBCS, 2012. CD-ROM.

_____. et al. Produção de mudas de juçara com resíduos agroindustriais e lodo de esgoto compostados. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 2, p. 109-121, 2015.

SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A.O.; CERETTA, C.A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 266 p.

SILVA, M.M.; QUEIROZ, L.P. A família Bignoniaceae na região de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus, Série Ciências Biológicas**, v. 3, n. 1/2, p. 3-21, 2003.

SIQUEIRA, J.O. et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28 p.

SMITH, S.R.; WOODS, V.; EVANS, T.D. Nitrate dynamics in biosolids-treated soils. I. Influence of biosolids type and soil type. **Bioresource Technology**, v. 66, p. 139-149, 1998.

SOUZA, V.C. et al. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 2, p. 98-108, 2005.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Uso de biossólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 164, p. 150-162, 2003.

ARRUDA, S.B. de et al. Biossólido na produção de mudas em *Handroanthus chrysotrichus*.

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

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para a produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 167-190.

WENDLING, I. et al. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.