



COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO E RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO SUBSTRATO PARA MUDAS DE *Cedrela odorata* L

SILVA, Francisca Alcivania de Melo¹; SOUZA, Izabella Victoriano de²; ZANON, Jair Augusto²; NUNES, Giovanna Margueri²; SILVA, Reginaldo Barboza da¹

RESUMO - (COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO E RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO SUBSTRATO PARA MUDAS DE *Cedrela odorata* L). Os objetivos desse trabalho foram avaliar o uso de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos da agroindústria do palmito pupunha e lodo de esgoto com diferentes níveis de fertilizante como substrato para produção de mudas de *Cedrela odorata* L e, comparar o crescimento das mudas com os substratos à base de lodo de esgoto e um substrato comercial. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 3 x 4, sendo 3 substratos à base de lodo de esgoto e resíduos da agroindústria do palmito (SI, SII e SIII), 4 doses (0; 2,0; 4,0 e 6,0 g dm⁻³) de fertilizante granulado e um substrato comercial. Foram medidos: diâmetro de colo, altura das plantas, H/D, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raiz e Índice de Qualidade de Mudanças. Entre os substratos testados, o uso do substrato SI, resultou na produção de mudas de cedro mirim melhor qualidade; Os substratos SI e SIII apresentaram-se resultados promissores para a espécie avaliada, com desempenhos iguais ou superiores ao substrato comercial; O uso de biossólido e casca de pupunha apresenta viabilidade como substrato na produção de mudas de cedro.

Palavras-chave: Biossólido, viveiros, cedro do brejo.

ABSTRACT - (COMPOUND OF SEWAGE SLUDGE AND AGRO-INDUSTRIAL WASTE AS SUBSTRATE FOR *Cedrela odorata* L SEEDLINGS). The objectives of this study were to evaluate the use of organic compounds produced from agro-industrial wastes of peach palm and palm sewage sludge with different levels of fertilizer as a substrate for production of *Cedrela odorata* L seedlings; and, compare seedling growth substrates with the sewage sludge base and a commercial substrate. It used a completely randomized design (CRD) in a factorial 3 x 4, 3 substrates will sewage sludge and waste base of the palm agroindustrial waste (SI, SII e SIII), 4 levels (0, 2.0, 4.0 and 6.0 g dm³) of granulated fertilizer and a commercial substrate. They were measured: stem diameter, plant height, H / D, dry matter of shoot and root dry matter and Seedling Quality Index. Among the substrates tested, using the SI substrate, resulted in production of higher quality mirim cedar trees; The SI and SIII substrates showed up promising results for the species studied, with equal performances or higher than the commercial substrate; The use of biosolids and palm hearth wastes rind has viability as a substrate in the production of cedar seedlings.

Key-words: biosolids, nurseries, *Cedrela odorata*.

¹Professor Assistente Doutor. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP - Campus Experimental de Registro – Registro – São Paulo – Brasil. alcivania@registro.unesp.br

²Alunos de Agronomia - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP - Campus Experimental de Registro – Registro – São Paulo – Brasil.

1. INTRODUÇÃO

A busca de alternativas ambientalmente corretas para a disposição final de lodos de esgoto tem se mostrado um dos maiores desafios nos processos de tratamento de efluentes, sendo que o uso desses materiais na produção de mudas florestais vem surgindo como uma técnica promissora. O resíduo gerado nas estações de tratamento conhecido como lodo de esgoto ou biossólido, é rico em matéria orgânica e nutrientes e vem sendo utilizado para fins agrícola e florestal, por apresentar características de fertilizante ((BETTIOL; CAMARGO (2006, p.26), FERNANDES; SILVA (1999, p.06)).

Os maiores problemas associados ao uso de lodos de esgoto na agricultura são a concentração de metais pesados e contaminação por agentes patogênicos. A estabilização e higienização do lodo através de compostagem bem conduzida pode apresentar alta eficiência na eliminação de micro patógenos e, com isso pode ser obtido um produto final de alta qualidade agronômica (AISSE et al., 2001), atendendo normas rigorosas de utilização segundo a Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006).

De acordo com Fernandes e Silva (1999, p.09), o lodo de esgoto não possui características que o tornam um resíduo capaz de ser compostado sozinho. É necessário misturá-lo com outro componente com características complementares para que a mistura, racionalmente determinada, apresente as condições ótimas para a compostagem. Os agentes estruturantes, ou resíduos estruturantes têm a função de conferir integridade estrutural à mistura a ser compostada, além de fornecer carbono para os microrganismos do processo de compostagem (FERNANDES et al, 1996, p. 69).

Uma grande percentagem dos viveiros que produzem mudas de espécies florestais utilizam substratos à base de casca de *Pinus* compostada, que apresenta baixa capacidade de retenção de água e necessita de maior quantidade de nutrientes via adubação. Portanto é essencial o estudo de outros constituintes que apresentem características complementares aos constituintes utilizados normalmente. Scheer et al. (2010, p.637), avaliaram o crescimento de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (gurucaia) em substratos à base de lodo de esgoto e com uso de substrato comercial. Pelos resultados, verificou-se que as mudas

criaram mais quando cultivadas em substratos à base de lodo de esgoto, do que quando cultivadas em substrato comercial (à base de casca de *Pinus* compostada e vermiculita). Trigueiro e Guerrini (2003, p.150) avaliando a viabilidade do uso do biossólido como componente de substrato para produção de mudas de eucalipto verificaram que a proporção de 40 a 50 % do biossólido em mistura com casca de arroz carbonizada é melhor para o desenvolvimento das mudas, e que os resultados de crescimento das mudas do eucalipto foram semelhantes às mudas cultivadas com substrato comercial.

Diversas pesquisas têm estudado diferentes composições de substratos para a produção de mudas em viveiros (BONNET *et al.*, 2002, p.239; TELES *et al.*, 1999, p. 55). A riqueza do lodo em nutrientes tem sido relatada por esses autores, porém, Trigueiro e Guerrini (2003, p. 153) alertam que deve-se considerar os arranjos percentuais dos vários componentes das misturas, uma vez que podem resultarem diferentes quantidades de nutrientes, oxigênio e capacidades de retenção hídrica. Além do benefício ambiental, o uso de lodo de esgoto na composição de substratos permite uma economia na adubação suplementar e melhorias no percentual de aproveitamento do viveiro (BONNET *et al.*, 2002, p. 241).

No Vale do Ribeira, estudos associando usos alternativos para o lodo de esgoto gerados nas estações de tratamento e resíduos agroindustriais, na composição de substratos se revestem de maior importância devido à crescente demanda por mudas de espécies nativas e exóticas com qualidade e baixo custo. Silva *et al.* (2012, p. 1564) avaliando a compostagem de resíduos da agroindústria do palmito e lodo de esgoto em diferentes proporções verificaram a viabilidade do processo e sugeriram perspectivas do uso desses materiais como substrato para a produção de mudas de essências florestais como forma de reciclagem, aproveitamento e disposição final desses dois resíduos. Para a validação desses “novos” substratos, no entanto são necessários testes com mudas de diferentes espécies, bem como das possíveis formulações dos componentes (resíduos da agroindústria do palmito e lodo de esgoto).

O Cedro mirim (*Cedrela odorata* L.), também conhecido como cedro cheiroso, pertencente à família Meliaceae, é uma árvore de grande porte (30-35) m de altura de crescimento rápido tanto por semente como por estaca, com belíssima folhagem, distinta das demais a distância. Encontrada na Mata Atlântica e Amazônia a espécie prefere solos profundos e úmidos.

Como espécie heliófila tardia planta necessita de luz, e deve ser plantada em plena abertura (100%). Como para outras espécies da Mata Atlântica, poucos são os estudos sobre necessidades nutricionais, bem como sobre a produção de mudas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o uso de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos da agroindústria do palmito e biossólido, com diferentes níveis de fertilizante granulado como substrato para produção de mudas de Cedro mirim (*Cedrela odorata* L).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas da Universidade Estadual Paulista - 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 11,99m), possuindo clima tropical úmido Af com transição para Cfa, sem estação seca definida.

Os substratos utilizados no experimento foram obtidos a partir de lodo de esgoto doado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP - Estação de Tratamento da Ilha Comprida - SP e cascas (bainha externa) da palmeira pupunha (*Bactris gasipae* Kunth), resíduo obtido da industrialização do palmito (cascas de pupunha trituradas). As seguintes misturas foram submetidas ao processo de compostagem: 1.

Biossólido + Casca de pupunha (1:1 v:v) ; 2. Biossólido + Casca de pupunha (1:2 v:v) (33 BIO/66CP); 3. Biossólido + Casca de Pupunha (1:3 v:v) . Essas misturas passaram por processo de compostagem por 120 dias. Após esse processo, os materiais, devidamente estabilizados, passaram a serem considerados substratos potenciais, denominados SI, SII e SIII. A caracterização física foi feita utilizando metodologia proposta por Moraes Neto et al. (2001, p.290).

Após o processo de compostagem, foram realizadas as caracterizações química, microbiológica e física dos substratos avaliados e do substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita (Tabela 1).

A caracterização dos elementos arsênio, cádmio, cromo, cobre, mercúrio, níquel, chumbo, selênio e zinco nas amostras foi feita pelos métodos 3050 e 3051, estabelecidos no U.S.EPA SW-846, versão "on line". A determinação de pH, umidade, teores totais de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e sódio (Na) foi feita utilizando os procedimentos adotados pelo Manual de Métodos de Análises da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997, p.), no Laboratório de Solos da Faculdades de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

Tabela 1. Caracterização química e física dos substratos utilizados no experimento

Determinações	50 BIO/ 50CP	33 BIO/ 66 CP	25 BIO/ 75 CP	S Comercial	Limites Máximos*
pH	5,8	6,0	6,1	5,2	-
CE	1,0	1,0	1,2	0,9	-
Relação C/N	11/1	10/1	11/1	42/1	-
Nitrogênio (%)	1,16	1,25	1,33	0,82	-
Fósforo (%)	1,01	1,01	0,9	1,3	-
Potássio (%)	0,24	0,34	0,58	0,21	-
Cálcio (%)	0,75	0,84	0,51	0,35	-
Magnésio (%)	0,75	0,84	0,52	0,32	-
Enxofre (%)	0,19	0,2	0,26	0,12	-
CTC (mmol.kg ⁻¹)	405	430	480	175	-
Sódio (mg kg ⁻¹)	285	280	307	-	-
Cobre (mg kg ⁻¹)	31	34	31	0,8	-
Ferro (mg kg ⁻¹)	61275	63560	57568	87,0	-
Manganês (mg kg ⁻¹)	2166	2324	1799	4,7	-
Zinco (mg kg ⁻¹)	164	134	118	30,0	-
Arsênio (mg kg ⁻¹)	12,6	13,4	9,6	ND	41
Cádmio (mg kg ⁻¹)	15,19	13,25	ND	ND	39
Chumbo (mg kg ⁻¹)	16,05	12,65	12,7	ND	300
Cromo (mg kg ⁻¹)	16,5	12,6	12,3	ND	-
Mercúrio (mg kg ⁻¹)	0,22	0,24	0,12	ND	17
Níquel (mg kg ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	420
Selênio (mg kg ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	100
Macroporos (%)	22,5	26,9	25,8	12,6	-
Microporos (%)	46,7	43,4	46,6	51,3	-
Poros. Total (%)	69,2	70,3	72,5	63,9	-
CRA (ml 50cm ⁻³)	51,4	47,7	51,3	55,3	-
Dens. Aparente	0,25	0,21	0,19	0,26	-
Dens. Partículas	1,81	1,75	1,74	1,68	-

ND : Não detectado ** Limites máximos permitidos pelo CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006). SI: Biossólido + Casca de pupunha (1:1 v:v) - SII: Biossólido + Casca de pupunha (1:2 v:v) - SIII: Biossólido + Casca de Pupunha (1:3 v:v); *Capacidade de retenção de água (CRA).

O delineamento e arranjo experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 3 x 4, sendo 3 substratos à base de biossólido e casca de pupunha e 4 doses (0; 2,0; 4,0 e 6,0 g/dm³) de fertilizante granulado (N, P₂O₅, K₂O; 15-9-12), e uma testemunha utilizando substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita e

adubação recomendada para mudas de eucalipto (2,0 g L de substrato), totalizando 13 tratamentos. Cada tratamento foi avaliado com 4 repetições, cada uma representada por vinte (20) unidades, sendo utilizadas para as avaliações 10 mudas, contabilizando 40 unidades por tratamento, destinadas às avaliações morfológicas.

Foram utilizadas sementes de Cedro mirim (*Cedrela odorata* L.) adquiridas da Empresa Flora Tietê. Os recipientes usados para a produção das mudas foram tubetes cilindro-cônicos de polietileno com 120 ml. Na instalação do experimento, os substratos foram peneirados em malha 3mm.

Em cada tubete foram colocadas 2 sementes, sendo estas cobertas pelo respectivo substrato. A irrigação foi realizada diariamente até a germinação. Após a germinação foi feito o raleamento, deixando-se 1 plântula por tubete e mantendo-se a mais vigorosa e centralizada. Durante a condução do experimento, mantiveram-se as irrigações diariamente, variando-se de duas a três vezes em um turno de rega de 4 minutos, dependendo das condições de temperatura e umidade do local. As mudas foram mantidas em viveiro com cobertura de sombrite com 50 % de luminosidade .

Aos 90 dias após a germinação foram feitas medições de altura da parte aérea tomando-se a distância entre o colo e a inserção do último par de folhas no ápice das plantas, utilizando régua graduada em cm. O diâmetro do colo foi medido utilizando paquímetro digital de precisão. Após as medições as plantas foram cortadas na base do caule, sendo dispostas em embalagens de papel, submetidas à

secagem em estufa a 60 °C por 72 horas e pesadas, compondo a matéria seca da parte aérea (MSPA). As raízes foram separadas e lavadas, dispostas em sacos de papel, secas em estufa à 60°C por 72 horas e pesadas, compondo a matéria seca de raiz (MSR). A MSPA foi enviada para análise química (N, P, K, Ca, Mg e S) segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997, p.216).

Posteriormente foram realizadas análises de variância e os testes de Tukey (5% de probabilidade) e regressão utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 90 dias após a germinação, as mudas de cedro mirim produzidas nos diferentes substratos, com diferentes composições não se encontravam no padrão recomendado para expedição para campo (15 a 40cm) de acordo com Xavier et al. (2009). Esse resultado era esperado, uma vez que, sendo uma espécie secundária tardia, normalmente são necessários de 120 a 240 dias para produção de uma muda com tamanho padrão para expedição. Na dose 0 de fertilizante granulado, usada para verificar se o composto tem condição de atender às

necessidades da muda sem a necessidade de adubação, observou-se uma superioridade do substrato SI (tabela 2). Esse substrato tem maiores quantidades de lodo de esgoto em proporção e, portanto, maior quantidade de N disponível, essencial para o desenvolvimento inicial da

muda. Nota-se que para todos os substratos testados de modo geral, ocorreu um aumento progressivo da altura das plantas, acompanhando o aumento das doses do fertilizante aplicado, sendo os dados ajustados a equações lineares.

Tabela 2. Altura (cm), diâmetro (mm) e altura/diâmetro (H/D) de mudas de Cedro mirim, em 4 tipos de substratos e 4 doses de fertilizante

Fertiliz. (g.dm ⁻³)	Tempo (dias)								
	H			D			H/D		
	Substratos								
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
0	7,5a	5,7b	5,7b	2,9a	2,7a	2,6a	2,5a	2,1b	2,1b
2	8,8a	6,6b	4,9c	3,3a	3,0a	2,7a	2,7a	2,2b	1,8c
4	8,0a	8,3a	9,2a	2,9a	3,5a	3,1a	2,7a	2,4b	2,9a
6	8,7a	8,4a	9,6a	3,1a	3,6a	3,4a	2,8a	2,4b	2,8a
S. Comerc.		8,6			3,4			2,5	
CV%		10,1			11,4			10,5	
Regressão	L*	L*	L*	ns	L*	L*	L*	L*	ns
F		*			ns			*	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparando substratos) não diferem entre si pelo teste de Tukey. ;* significativo a 5%.ns – Não significativo; *significativo a 5% de probabilidade; L – modelo de regressão linear.

O diâmetro do colo é, em geral, o parâmetro mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo. Xavier et al (2009, p. 128) recomendam diâmetros do coleto acima de 2,00mm para expedição. Aos 90 dias após a germinação, as mudas cultivadas em todos os substratos, incluindo aqueles onde não houve adição de fertilizantes, encontravam-se no padrão (diâmetro) recomendado para expedição, não havendo diferença significativa entre os os

compostos, nas diferentes doses avaliadas. O incremento das doses do fertilizante granulado resultou em aumentos dos diâmetros das mudas de cedro mirim para os substratos SII e SIII.

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto exprime o equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice (CARNEIRO, 1995, p. 257), também denominado de quociente de

robustez, sendo considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda. O mesmo autor recomenda valores da relação altura/diâmetro (H/D) entre 5,4 a 8,1 em qualquer fase do desenvolvimento das mudas. Esses índices não foram alcançados em nenhum dos tratamentos avaliados, o que pode ser explicado pela pouca idade das mudas na avaliação (90 dias).

Entre os substratos avaliados sem a adição de fertilizante, o uso dos substratos SI e SIII resultaram em maiores valores de MSPA (Tabela 3). Rocha et al. (2013,

p. 27) avaliando diferentes proporções de lodo de esgoto e casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de eucalipto obtiveram melhores resultados quando foram utilizadas proporções de lodo acima de 40%. Outros trabalhos com mudas de *Acacia* sp. (CUNHA et al., 2006, p.207) e *Schinus terebinthifolius* (NÓBREGA et al., 2007, p. 239) obtiveram resultados semelhantes. Não foi observada diferença significativa entre os substratos nas diferentes doses de fertilizante avaliadas, à exceção da dose 6,0 g/L do fertilizante granulado.

Tabela 3. Matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de cedro mirim, em 4 tipos de substratos e 4 doses de fertilizante

Fertiliz. (g.L ⁻¹)	Substratos								
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	MSPA (g)			MSR (g)			IQD		
0	0,25a	0,12b	0,21a	0,12a	0,13a	0,11a	0,71a	0,81a	0,63a
2	0,24a	0,21a	0,22a	0,11a	0,12a	0,11a	0,72a	0,71a	0,91a
4	0,25a	0,32a	0,31a	0,12a	0,12a	0,12a	0,74a	0,72a	0,74a
6	0,31a	0,31b	0,42a	0,22a	0,21a	0,22a	0,81a	0,82a	0,73a
S Comerc.	0,35			0,22			0,81		
CV%	22,9			18,7			25,5		
Regressão	ns	L*	L*	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
F	*			ns			ns		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparando substratos) não diferem entre si pelo teste de Tukey. ;* significativo a 5%.Ns – Não significativo; *significativo a 5% de probabilidade; L – modelo de regressão linear.

Apesar dos incrementos na MSPA, resultantes do aumento das doses do fertilizante granulado, só foram superiores

estatisticamente os valores obtidos para as maiores doses do fertilizante.

Não houve diferença significativa para a matéria seca de raiz (MSR) entre os

substratos testados. O mesmo resultado foi observado para o IQD das mudas avaliadas nos diferentes substratos.

As concentrações macronutrientes nas folhas refletem a qualidade e eficiência no fornecimento de nutrientes dos substratos avaliados. Os valores obtidos foram comparados com os sugeridos por Malavolta *et al.* (1997, p. 84), referentes aos teores foliares de nutrientes considerados adequados para essências florestais. Os níveis adequados de macronutrientes (g/kg), de acordo com o autor são: N (12 a 35); P(1,0 a 2,3); K(10 a 14); Ca(3 a 12); Mg (1,5 a 5,0); S(1,4 a 1,6).

Os teores de nitrogênio encontrados

nas folhas de cedro mirim foram estatisticamente diferentes, variando entre os tratamentos e entre os substratos avaliados (Tabela 5). Na ausência de fertilizante, apenas o substrato SIII resultou em teores de N abaixo dos recomendados. alguns autores (SCHEER *et al.* (2010, p. 637), ROCHA *et al.* (2013, p. 27)) creditam à capacidade dos compostos obtidos a partir de lodo de esgoto e resíduos como casca de arroz e poda de árvores, utilizados puros (sem adição de fertilizantes) de suprirem as necessidade nutricionais de mudas, esses resultados podem variar com as diferentes espécies utilizadas.

Tabela 4. Concentrações de N, P e K na parte aérea mudas de cedro mirim em 4 tipos de substratos e 4 doses de fertilizante

Fertiliz. (g.L ⁻¹)	Substratos								
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	N			P			K		
	(g.kg ⁻¹)								
0	16,4a	12,1b	10,5b	1,7a	1,8 ^a	1,7a	19,6a	16,5ab	15,6b
2	15,6a	14,2a	15,6a	1,7a	1,9 ^a	1,7a	21,3a	19,6a	19,3 ^a
4	15,5a	16,1a	18,3a	1,8a	1,6 ^a	1,9a	20,0a	18,6a	20,1a
6	16,4a	17,9a	19,0a	1,7a	1,6 ^a	1,6a	20,0a	18,2a	18,5a
S. Com.		16,0			1,0			17,0	
CV%		12,3			10,2			11,8	
Regressão	Q**	L**	L**	ns	Q*	Q*	ns	L*	Q*
F		*			*			*	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparando substratos) não diferem entre si pelo teste de Tukey. ;* significativo a 5%.Ns – Não significativo; *significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade L – modelo de regressão linear; Q – modelo de regressão quadrático.

Quando comparados aos teores de P considerados adequados por Malavolta et al (1997, p. 84), todos os tratamentos avaliados estão dentro dessa faixa, incluindo aquele onde os substratos foram utilizados puros (sem adição de fertilizante). Scheer et al. (2010, p. 637), avaliando substratos produzidos a partir de diferentes proporções de lodo de esgoto e resíduos de poda de árvores e doses de fertilizante granulado na produção de mudas de *Lafoensia pacari* encontrou com a mesma tendência.

A alteração na proporção de cascas de pupunha nas misturas não resultou em acréscimos nos teores de potássio na parte aérea das mudas de cedro mirim (Tabela 3). Esses resultados diferem dos verificados por Guerrini e Trigueiro (2003, p.150) e Rocha et al. (2013, p. 27) utilizando proporções crescentes de casca de arroz carbonizada em substratos produzidos com lodo de esgoto. A adição de componentes ricos em potássio às misturas com lodo de esgoto (reconhecidamente pobres nesse elemento) abrem perspectivas para estudos sobre enriquecimento de compostos a partir de outros resíduos ocasionando economia desse fertilizante nos viveiros. Ressalta-se

que esse comportamento difere entre espécie, já que as mesmas tem capacidades diferentes de utilização dos nutrientes nas suas diferentes fases do desenvolvimento.

Em comparação com os teores de K considerados adequados para mudas, observou-se que todos os tratamentos proporcionaram níveis foliares de K acima do adequado.

Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos para os teores foliares de Ca e Mg (tabela 5). Ressaltam-se os elevados teores de Ca em todos os tratamentos, acima dos níveis considerados adequados de acordo com Malavolta et al (1997, p. 84).

Avaliando os substratos obtidos à base de lodo de esgoto e cascas de pupunha, infere-se que, do ponto de vista da capacidade de fornecimento de nutrientes às mudas de cedro mirim, esses foram capazes de fornecer nitrogênio potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre em quantidades necessárias ao crescimento inicial dessa espécie. Não foi verificada, durante a fase de viveiro sintomas de toxidez ou deficiência de quaisquer nutrientes, bem como incidência de doenças ou pragas.

Tabela 5. Concentrações de Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de cedro mirim aos 90 dias após a germinação

Fertil. (g.L ⁻¹)	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
	Ca			Mg			S		
	-----			(g.kg ⁻¹)			-----		
0	17,2	18,0	17,0	3,6a	3,8a	3,3a	1,7	1,8	1,6
2	17,4	18,6	16,1	3,5a	3,7a	3,6a	1,7	1,8	1,7
4	17,8	17,7	16,3	3,5ab	3,2b	4,0a	1,9	1,9	1,9
6	16,9	16,2	16,8	3,5a	3,2a	3,4a	1,9	1,9	1,8
S. C.	12			4,0			2,0		
CV%	9,8			10,3			11,2		
Regressão	ns	ns	ns	ns	L*	Q*	ns	ns	ns
F	ns			*			ns		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (comparando substratos) e minúscula na coluna (comparando níveis do fertilizante e testemunha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. ns= não significativo;* significativo a 5 % de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

Entre os substratos testados, o uso do substrato SI, composto lodo de esgoto + casca de pupunha na proporção 1:1 v:v, resultou na produção de mudas de cedro mirim melhor qualidade;

Os substratos SI e SIII apresentaram-se resultados promissores para a espécie avaliada, com desempenhos iguais ou superiores ao substrato comercial.

O uso de bio sólido e casca de pupunha apresenta viabilidade como substrato na produção de mudas de cedro.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (PROC:2011/01581-1), à SABESP e à

APTA (Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio).

6. REFERÊNCIAS

AISSE, M. M.; FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P.; Aspectos tecnológicos e de Processos. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de Bio sólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba: SANEPAR, Finep, 2001. p.59-69.

BETTIOL, W. e CAMARGO, O. **Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura**. EMBRAPA. Jaguariúna-SP, 2006.347p.

BONNET, B.R.P.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C.B.; NOGUEIRA, A.C.; ANDREOLI, C.V.; BARBIERI, S. J. Effects of substrates composed of biosolids on the production of *Eucalyptus viminalis*, *Schinus terebinthifolius* and *Mimosa scabrella* seedlings and on the nutritional status of *Schinus terebinthifolius* seedlings.

Water Science and Technology, New York, v.46, p. 239-246, 2002.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (2013). **Resolução nº375, de 29 de agosto de 2006**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em 25/11/2014.

CARNEIRO, J. G. de A. **Métodos de produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR.- Universidade Federal do Paraná/FUPEF - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Campos dos Goytacazes: UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995. 451 p.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T.; Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, p. 207-214, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. p. 27-32.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C.. Fundamentos do processo de compostagem aplicado ao tratamento dos biosólidos. In: **Manual prático para compostagem de biosólidos**. 1999. 84 p.

FERREIRA, D.F. **SISVAR 4.6 Sistema de Análises Estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do**

estado nutricional das plantas. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997. 319 p.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, M. L. J.; SOUZA NETO, M. P. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da floresta atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 277-287, 2001.

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

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C.; DIOGO, F. A.; PASCOTTO, C. B.; BORELLI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 27-35, 2013.

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C.; DIOGO, F. A.; PASCOTTO, C.B.; BORELLI, K. Composto de lodo de esgoto como substrato para mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 27-35, 2013.

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

SILVA, F. A. M. ; NUNES, G. M.; SILVA, R. B.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J. Composição de Substratos Produzidos com Lodo de Esgoto e Resíduos da Agroindústria do

Palmito. In: XXX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS; 2012, Maceió. **Anais do...** Maceió: SBCS, 2012. CD –ROM.

TELES, C.R.; COSTA, A.N.; GONCALVES, R.F.; Produção de lodo em lagoas de estabilização e o seu uso no cultivo de espécies florestais na região Sudoeste do Brasil. **Sanare**, Curitiba, v.12 n.12 1999.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, L.A. Uso de biossólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.150-162, 2003.

USEPA - **SW-846 versão "on line"** (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm#table>). Test Methods for Evaluating Solid Waste, physical/Chemical Methods: *SW-846* On-line. Disponível em <<http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/online/>>. Acesso em 25/03/2013.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa, MG: UFV, 2009. 272 p.