



Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Senna siamea* Lam.

Ronaldo Faustino¹; Mario T. Kato¹; Lourdinha Florêncio¹ & Sávvia Gavazza¹

¹GSA/CTG/UFPE, CEP 50740-530, Recife, PE. E-mail: ronaldofaus@gmail.com; kato@ufpe.br; flor@ufpe.br

Protocolo 35

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do uso de lodo de esgoto como componente do substrato para produção de mudas de *Senna siamea* Lam. Testaram-se as seguintes proporções de lodo com solo: 0% (T1), 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4) e uma mistura de 25% de lodo com 25% de pó de coco (T5). No experimento, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 parcelas, com 16 mudas por parcela. O lodo foi previamente higienizado por solarização. Avaliou-se a matéria seca das mudas e foram efetuadas análises químicas dos substratos, três meses após a semeadura. Dentre os tratamentos nos quais foi empregado lodo, a concentração de T5 foi a que apresentou o melhor desenvolvimento das mudas, seguida daqueles com 75% (T4) e 50% (T3) de lodo. Todos os tratamentos apresentaram desenvolvimento superior ao da testemunha (T1). Conclui-se, então, que o uso do lodo de esgoto para produção de mudas é viável e promissor.

Palavras-chave: biossólido, fertilizante, biomassa

Sewage sludge as substrate for *Senna siamea* Lam seedlings production

Abstract: The objective of this study was to evaluate the feasibility of using the sewage sludge as substrate component for seedlings production of *Senna siamea* Lam. Different proportions of sewage sludge were used: 0% (T1), 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4) and a mixture of 25% of sludge, 25% of coconut powder (T5). For the experiment, a completely randomized design was employed, with 5 treatments and 5 replications, totaling 25 units with 16 seedlings per unit. The sludge was disinfected by solarization one month before sowing. The dry matter content in the aerial portion of the seedlings was assessed and chemical analysis of the substrate was performed three months after sowing. Among the treatments using sludge, T5 concentration was best for plant growth followed by T4 (75%) and T3 (50%) concentrations. All seedlings treated with sludge developed better than the control plant. It is concluded that use of sewage sludge for seedlings is feasible and promising.

Key words: biossolid, fertilizer, biomass

INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é o produto obtido do tratamento de águas residuárias, com a finalidade de recuperar a sua qualidade, de modo a permitir o seu retorno ao ambiente, sem causar poluição. De acordo com o volume de águas residuárias tratadas nas Estações de Tratamento de Esgoto, grande quantidade de lodo pode se acumular em seus pátios, tornando a sua disposição final um importante problema ambiental (Cassini et al., 2003). Existem várias formas de disposição deste biossólido no ambiente, como incineração, disposição oceânica, reúso industrial e disposição em aterros sanitários (Silva et al., 2000); contudo, a utilização agrícola se tem

mostrado uma alternativa bastante viável, tendo em vista o potencial fertilizante e condicionador das propriedades físicas e químicas do solo, apresentado por este resíduo orgânico (Trigueiro & Guerrini, 2003).

A urbanização é um fenômeno irreversível em todo o mundo. Entretanto, este fenômeno tem sido caracterizado por uma ocupação caótica dos espaços urbanos, acompanhada de pobreza; situação que é agravada pela ausência de infraestrutura urbana, como água e esgoto. A cidade, ao transformar o meio natural, modifica o equilíbrio ecológico existente em seu território. A questão ambiental, como um todo, e a proteção ao patrimônio natural, em particular, se situam no cerne desta problemática. As soluções para este grave quadro se encontram

muito mais nas ações intersetoriais traduzidas em políticas públicas (Demattê, 2000).

Os substratos para a produção de mudas podem ser definidos como o meio adequado para sua sustentação e retenção de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível e ausência de elementos químicos em níveis tóxicos. A fase sólida do substrato deve ser constituída de partículas minerais e orgânicas (Trigueiro & Guerrini, 2003). O estudo do arranjo percentual desses componentes é importante, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente no desenvolvimento das mudas.

A arborização exerce papel de vital importância para a qualidade de vida nos centros urbanos. Por suas múltiplas funções, a árvore atua diretamente sobre o clima, a qualidade do ar, o nível de ruídos e sobre a paisagem urbana, além de constituir refúgio indispensável à fauna remanescente nas cidades (CEMIG, 1997).

Objetiva-se, com este trabalho, avaliar o efeito do lodo de esgoto da ETE Mangueira em Recife, PE, para uso como fertilizante orgânico no rendimento de biomassa na produção de mudas de *Senna siamea* Lam, uma das espécies exóticas mais utilizadas na arborização de áreas verdes, praças e ruas da cidade do Recife.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado na Divisão de Sementeira do Departamento de Praças e Áreas Verdes da EMLURB/Prefeitura da Cidade do Recife, situada no Sítio da Trindade, no bairro de Casa Amarela, Recife, PE. O solo utilizado na produção de mudas nesta sementeira, por ocasião do experimento, foi proveniente de material retirado de uma zona de empréstimo, existente na região sudoeste da cidade. Esses sedimentos são do Grupo Barreiros (Terciário), classificado como Latossolo Amarelo Distrófico.

O lodo utilizado foi previamente higienizado pelo processo de solarização, durante 35 dias, a fim de promover uma prévia desinfecção e desinfestação de patógenos. Após o término do processo de higienização realizaram-se análises físico-químicas e parasitológicas do lodo. Para as características de valor agrônomo foram utilizados os métodos analíticos e os padrões oficiais, para análise de fertilizantes, corretivos e inoculantes do Ministério da Agricultura (1997) e os preconizados por Kiehl (1985). Para a análise de metais pesados, Cd e Pb, aplicou-se a metodologia da EMBRAPA (1999); para avaliar a qualidade sanitária foi usado o método de Meyer et al. (1978), metodologia esta que identifica e quantifica ovos de helmintos em amostras de lodo.

Avaliaram-se, antes da mistura, os seguintes parâmetros, no lodo higienizado: teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Al, Fe, Zn, Cu, Mn e os metais pesados Cd e Pb no lodo, antes do cultivo, além da determinação de pH e percentagem de matéria orgânica. Após a composição dos tratamentos foram avaliados os seguintes parâmetros nos substratos, antes do cultivo: P, K, Ca, Na, Ca+Mg, Al, H+Al, além da determinação de pH e matéria orgânica.

O delineamento experimental para verificação do crescimento das mudas de *Senna siamea* foi inteiramente

casualizado, com 5 tratamentos e 5 repetições, conforme está demonstrado na Tabela 1. As parcelas se compunham de 16 plantas úteis, perfazendo um total de 400 plantas. Foi realizada semeadura direta em recipientes plásticos de polietileno de coloração preta, nas dimensões 12,0 x 20,0 x 8,0 cm. Foram colocadas 4 sementes por recipiente e cobertas com uma fina camada de substrato peneirado. O desbaste foi realizado no momento em que as mudas atingiram cerca de 3 cm de altura, deixando-se apenas uma planta por recipiente, a mais central e robusta.

Tabela 1. Composição dos tratamentos do experimento

Tratamento	Composição
1	solo (sem adição de lodo)
2	25% de lodo
3	50% de lodo
4	75% de lodo
5	25% de lodo + 25% de pó de coco

Foram avaliados: altura total das mudas (cm); crescimento em diâmetro (mm); peso da matéria seca da parte aérea (g) e peso da matéria seca do sistema radicular (g).

Para se avaliar as variáveis relativas ao crescimento, após 90 dias de cultivo, foram medidos a altura das plantas, distância entre o colo e o ápice das plantas, e, também, o diâmetro do colo, utilizando-se um paquímetro. Foi feita a determinação da massa de matéria seca da parte aérea e das raízes de todas as mudas, de acordo com a metodologia de Benincasa (2003). Os dados de altura da planta, crescimento em diâmetro, peso da matéria seca da parte aérea e peso da matéria seca do sistema radicular foram submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$) e as comparações de médias foram feitas através do teste Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) da Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ovos de helmintos, pela sua maior capacidade de sobrevivência, constituem o indicador mais importante para a avaliação das condições sanitárias do lodo (Thomaz-Soccol; Paulino; Castro, 1999). A contagem e o teste de viabilidade para ovos de helmintos revelaram predominância dos ovos de helmintos do gênero *Ascaris* sp. Analisando-se os resultados referentes à fase inicial, verifica-se que o lodo bruto apresentou 67,5% de ovos viáveis, em relação ao número total de ovos antes da solarização. O processo de higienização por solarização apresentou inviabilização positiva dos ovos de helmintos presentes no lodo, após 35 dias de tratamento, alcançando uma redução em torno de 98,12%, com valor abaixo do preconizado para uso agrícola do lodo, que é de 0,25 ovos viáveis g⁻¹ MS (Cherubini et al., 2002).

Os indicadores físico-químicos de valor agrônomo e os valores de metais pesados e/ou micronutrientes da média de três amostras compostas obtidas no pátio de solarização, são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Caracterização do lodo higienizado em umidade (%), matéria orgânica (%), relação C/N, pH e macronutrientes (g kg⁻¹) em relação aos sólidos totais

Parâmetros									
U (65°)	M.O	C	C/N	N	P	K	Ca	Mg	pH
% (sólidos totais)				g kg ⁻¹ (sólidos totais)					
57,43	28,9	16,76	12,6	13,3	2,0	7,3	6,76	2,5	6,3

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que o lodo contém teores de macronutrientes que podem ser utilizados na composição dos substratos para produção de mudas em sementeiras, para fins de arborização urbana (Carneiro, 1995). De acordo com Novais et al. (1982), N e P são nutrientes altamente requeridos nos estádios iniciais de desenvolvimento das mudas. O nitrogênio é necessário para a síntese da clorofila e, como parte da molécula da clorofila, está envolvido na fotossíntese. É um componente do sistema enzimático, sendo essencial para a formação de aminoácidos e proteínas das mudas. O lodo apresenta um teor médio de nitrogênio. O nitrogênio é o mais valioso constituinte do lodo de esgoto para seu uso na produção de mudas (SANEPAR, 1997). No lodo, a concentração de fósforo é menor que a de nitrogênio, todavia, as mudas necessitam, para seu desenvolvimento, de quantidades menores de fósforo em relação ao nitrogênio. A concentração de potássio é baixa e poderá ocorrer deficiência ao longo do tempo em que as mudas permanecerem em viveiro. As concentrações de cálcio e magnésio suprem as necessidades das mudas.

Tabela 3. Caracterização do lodo higienizado em micronutrientes e/ou metais pesados em relação aos sólidos totais

Micronutrientes e/ou metais pesados					
Zn	Cu	Fe	Mn	Cd	Pb
mg kg ⁻¹ (sólidos totais)					
166,66	64,33	9666,66	103,33	1,22	138,57

Nos resultados apresentados na Tabela 3 verifica-se que as concentrações micronutrientes e/ou metais pesados estão abaixo das concentrações limites permitidas pelas normas da SANEPAR (1997) e CETESB (1999) para utilização desse resíduo na agricultura. Quando o lodo é aplicado em taxas suficientes para suprir as necessidades de nitrogênio, geralmente as necessidades de micronutrientes das plantas são supridas (Tsutiya, 2001). Os resultados das análises, apresentados na Tabela 4, revelam que os maiores teores de matéria orgânica e

Tabela 4. Análise química dos substratos antes do cultivo das mudas

Tratamento	pH	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Al ³⁺	H + Al	pH
	H ₂ O (1:2,5)	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³						
T1	4,6	9,72	4	0,04	0,05	1,55	1,30	0,80	3,03	4,8
T2	5,4	18,16	128	0,35	0,02	4,45	3,45	0,30	2,39	5,4
T3	5,7	24,49	275	0,46	0,04	7,00	4,80	0,20	2,06	5,7
T4	5,8	40,67	301	1,08	0,08	7,25	5,05	0,20	2,04	5,8
T5	5,5	33,64	225	1,38	0,06	6,75	4,65	0,10	2,09	5,5

Média de três amostras compostas de cada tratamento

nutrientes estão presentes nos tratamentos T4 e T5 apresentando, respectivamente, 40,67 e 33,64 g kg⁻¹.

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram o efeito da matéria orgânica e dos nutrientes essenciais presentes nos substratos no desenvolvimento e rendimento das mudas. A matéria orgânica desempenhou um importante e complexo papel na dinâmica do solo componente do substrato, afetando suas características físicas, químicas, físico-químicas e biológicas. O teor de Al decresceu com o aumento do percentual de matéria orgânica no substrato, destacando o efeito desta na precipitação do Al trocável, além da maior concentração de Ca e Mg. A matéria orgânica elevou o pH do solo ácido (T1) presente no substrato, sendo esta uma característica interessante do lodo de esgoto. O pH de 5,8 e 5,5 dos tratamentos T4 e T5 favoreceu a disponibilidade de P e K, e está dentro da faixa considerada adequada para o desenvolvimento de mudas, de 5,5 a 6,5, segundo Valeri & Corradini (2000).

Os resultados de altura da planta, crescimento em diâmetro, peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Variáveis de crescimento em mudas de Senna siamea Lam

Trat	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	PSPA (g)	PSR (g)
T1	13,40 c	1,7 b	0,62 bc	0,26 bc
T2	15,70 b	1,8 b	0,62 bc	0,25 c
T3	13,80 b	1,9 a	0,45 cd	0,22 c
T4	18,40 a	2,0 a	1,10 a	0,31abc
T5	18,50 a	1,9 a	0,83 ab	0,25 c

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

PSPA: peso seco da parte aérea.

PSR: peso da matéria seca da raiz

Os tratamentos em que foram utilizadas maiores concentrações de matéria orgânica, como T4 (75% de lodo) e T5 (25% lodo + 25% pó de coco + 50% de solo), apresentaram 18,40 cm e 18,50 cm de altura, respectivamente, e não diferiram significativamente entre si, mas, sim, dos tratamentos T1, T2 e T3.

Os incrementos em altura estão relacionados aos acréscimos de matéria orgânica no substrato. Observa-se que os substratos mais ricos em composto orgânico propiciaram melhor crescimento das mudas, com boa formação do sistema radicular e melhor balanço nutricional.

De modo geral o diâmetro do colo é a variável mais observada para indicar a capacidade de sobrevivência da muda

no campo; com ele se definem as doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas (Carneiro, 1995). Neste caso, os substratos mais indicados seriam 75% de lodo (T4) e 25% de lodo + 25% de pó de coco (T5). Quanto à produção de biomassa (PSPA + PSR), os tratamentos T4 e T5 foram superiores em relação aos demais tratamentos. A Figura 1 apresenta os valores médios para a altura final, diâmetro de colo e biomassa obtidos na avaliação das mudas de *Senna siamea* Lam., em função dos tratamentos.

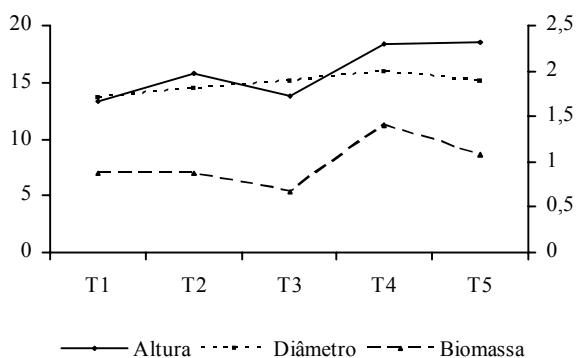


Figura 1. Variação dos indicadores de crescimento das plântulas de *Senna siamea* Lam. em função dos tratamentos, na formação dos substratos

Os incrementos em altura estão relacionados aos acréscimos de matéria orgânica no substrato. Gonçalves & Poggiani (1996) testaram mais de 50 substratos, nas suas formas simples e em misturas, e observaram que os substratos mais ricos em composto orgânico propiciaram melhor crescimento das mudas, com boa formação do sistema radicular (bem aderido ao substrato e firme) e melhor balanço nutricional. O pó de coco é um resíduo orgânico que não reage com os nutrientes presentes nos substratos e possui longa durabilidade, sem alteração de suas características físicas. Como não possui os nutrientes essenciais para as plantas, deve ser utilizado em combinação com adubos (Carrijo et al., 2002). A superioridade dos tratamentos T4 e T5 em relação aos tratamentos T1, T2 e T3, ocorreu devido à maior capacidade de retenção de água, oxigênio e nutrientes, além da maior porosidade do substrato, proporcionada pelo aumento de matéria orgânica presente nos substratos. Os teores de nutrientes presentes nos substratos adicionados com matéria orgânica confirmam os achados de Trigueiro & Guerrini (2003), ou seja, que a produção de mudas desenvolvidas em substrato contendo lodo é viável e promissora.

Os tratamentos utilizando lodo na concentração de 25% de lodo com 25% de pó de coco e 75% de lodo apresentaram os melhores resultados, do ponto de vista agrônomo, na produção de mudas, seguidos daquele com 50% de lodo.

A utilização do lodo de esgoto higienizado como insumo na produção de mudas de *Senna siamea* Lam. mostrou-se uma opção viável para a produção de mudas, devido ao aporte significativo de nutrientes e matéria orgânica que o lodo confere, a um custo relativamente reduzido.

O lodo de esgoto doméstico da ETE Manguieira apresentou características agrônomicas essenciais para o cultivo de mudas, por promover um significativo incremento em altura, diâmetro

do colo e biomassa seca, em função do aumento das doses aplicadas.

CONCLUSÕES

O melhor crescimento das mudas de *Senna siamea* Lam. foi obtido com substrato contendo 50% de lodo, seguido do tratamento composto de 25% de lodo + 25% de pó de coco.

O uso de lodo de esgoto higienizado como componente de substratos para produção de mudas pode ser uma alternativa viável para sua disposição final e constitui uma ferramenta a ser utilizada pelas prefeituras, na arborização urbana e recuperação de áreas degradadas.

LITERATURA CITADA

- Benincasa, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas, Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- Carneiro, J.G.A. Produção e controle de mudas florestais. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1995. 451p.
- Carrijo, O.A.; Liz, R.S. de; Makishima, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. Horticultura Brasileira, Brasília, v.20, p.533-535, 2002.
- Cassini, S.T.; Vazoller, R.F.; Pinto, M.T. Introdução. In: Cassini S. T. (coord). Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás. Rio de Janeiro: Prosab, RIMA ABES, 2003. p.1-9.
- CEMIG. Companhia de Energética de Minas Gerais. Manual de arborização. Belo Horizonte: 1997.40p.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Aplicação de biossólidos em áreas agrícolas – Critérios para projeto e operação. Norma p.4230. São Paulo, 1999. 32p.
- Cherubini, C.; Wisnteswski, C.; Andreoli, V. C. Solarização na Região Sul do Brasil como forma de higienização do lodo de esgoto anaeróbico. Revista Sanare, Curitiba, v.18, p.71-78, 2002.
- Demattê, M.E.S.P. Banco de dados no planejamento da arborização urbana. In: Seminário sobre Arborização Urbana das Necessidades à Educação Ambiental. 1, 2000. Piracicaba. Resumos... Piracicaba: ESALQ, 2000.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: 1999. 370 p. Embrapa Solos.
- Gonçalves, J.L.M.; Poggiani, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: Solo-Suelo - Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, 1996, Águas de Lindóia. Resumos expandidos... Águas de Lindóia: SLCS/SBCS/ESALQ/USP/CEA-ESALQ/USP/SBM, 1996.
- Kiehl, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 1985. 492p.
- Meyer, K.B.; Miller, K.D.; Kaneshiro, E.S. Recovery of Ascaris eggs from sludge. The Journal of Parasitology, Washington, v.64, n. 2, p. 380-383, 1978.
- Ministério da Agricultura do Brasil. Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais. Brasília: Laboratório Nacional de Referência Vegetal, 1997.104 p.
- Novais, R.F.; Barros, N.F.; Neves, J.C.; Couto, C. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. Revista Árvore, Viçosa, v.6, n.1, 1982. p.29-37

- SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Manual técnico para utilização agrícola do lodo de esgoto no Paraná. Curitiba: 1997. 96 p.
- Silva, J.E.; Resk D.V.S.; Sharma, R. D. Alternativa agronômica para o biossólido: a experiência de Brasília. In: Bettiol, W.; Camargo, O. A. (ed.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312 p.
- Thomaz-Soccol, V.; Paulino, R. C.; Castro, E. A. Agentes patogênicos: helmintos e protozoários. In: Andreoli C. V.; Fernandes, F.; Lara, I. A.(orgs.). Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções. Curitiba: SANEPAR, 1999. p.156-174.
- Trigueiro, R.M.; Guerrini, I.A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de Eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, n.64, p.150-162, 2003.
- Tsutiya, M.T. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: Tsutiya, M.T.; Comparini, J.B.; Sobrinho, P. A.; Hespanhol, I.; Carvalho, P. C.; Melfi, J. A.; Melo, W. J.de; Marques, M.O. (ed.) Biossólidos na agricultura. São Paulo: SABESP, USP, ESALQ, UNESP, 2001, p.133-180.
- 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.168-190.