



Produção de mudas de três espécies florestais utilizando diferentes doses de lodo de esgoto adicionado ao substrato comercial⁽¹⁾.

Daniela Aparecida Freitas⁽²⁾; Anarely Costa Alvarenga⁽³⁾; Izabelle de Paula Sousa⁽⁴⁾; Igor Geraldo Souza Cunha⁽⁵⁾; Paulo Henrique Silveira Cardoso⁽⁴⁾; Reginaldo Arruda Sampaio⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig.

⁽²⁾ Estudante de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, Minas Gerais, daniela13_ita@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutoranda em Produção vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, engagronoma@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da UFMG, izabelinhasousa@hotmail.com, c.paulohenrique@yahoo.com; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação em Engenharia Florestal da UFMG, igorgeraldo23@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor da UFMG, rsampaio@ufmg.br.

RESUMO: Na atualidade, o uso do lodo de esgoto na agricultura é uma alternativa de grande relevância para dar um destino adequado ao resíduo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas de três espécies florestais, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, com crescentes doses de lodo de esgoto (10, 20, 30, 40, 50%), adicionadas ao substrato comercial. O experimento foi realizado em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 10 repetições. Foi feito o revolvimento manual de cada tratamento por inúmeras vezes, logo após sendo transferido para as unidades experimentais. Procedeu-se o plantio de 3 sementes por unidade experimental. Não houve diferença estatística significativa na velocidade e taxa de emergência em nenhum tratamento. Também não houve diferença estatística na altura e no diâmetro do coleto entre nenhum tratamento na avaliação feita aos 30 dias. Avaliação feita aos 100 dias demonstrou que para a espécie *E. globulus* e *C. citriodora* a dose de 20% de lodo no substrato comercial foi a que apresentou melhores resultados para os parâmetros avaliados. Já para espécie *E. urophylla* a dose de 30% de lodo no substrato comercial foi a que apresentou melhores resultados. Assim, o lodo de esgoto apresenta grande potencial para ser usado juntamente a substratos comerciais no processo de produção de mudas de espécies florestais.

Termos de indexação: adubação, elementos essenciais, nutrição de plantas.

INTRODUÇÃO

Lodo de esgoto é um resíduo sólido gerado durante o tratamento das águas residuárias nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). A disposição final desse resíduo, de forma ambientalmente correta e economicamente viável é um dos maiores desafios enfrentados pelas ETEs.

Na atualidade, o uso agrícola do lodo de esgoto é uma alternativa de grande relevância para dar um destino adequado ao subproduto. Esse, geralmente, possui elevadas concentrações de matéria orgânica e elementos essenciais a nutrição de plantas (Campos & Alves, 2008).

No entanto, a resolução Conama 375 (2006), restringe a utilização do lodo de esgoto em determinadas culturas, principalmente em plantas utilizadas para alimentação humana.

Boa parte dos estudos realizados com lodo de esgoto envolve culturas florestais. Principalmente, testando a adubação com o resíduo após a fase de 120 dias de germinação (Alves et al., 2007).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas de três espécies florestais, o *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, com crescentes doses de lodo de esgoto (10, 20, 30, 40, 50%) adicionadas ao substrato comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, não climatizada, no período de fevereiro a Julho de 2014 no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. Localizado em Montes Claros - MG, latitude 16°51'38"S e longitude 44°55'00"W. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 tratamentos e 10 repetições. Foram escolhidas 3 espécies madeiras que são amplamente cultivadas no Brasil, sendo elas *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, *Eucalyptus globulus* Labill. e *Corymbia citriodora* L.

Os tratamentos consistiram no uso de substrato comercial puro, plantimax, (testemunha) e substrato + doses de lodo esgoto, nas seguintes proporções (v:v): 100:0 (T1), 90:10 (T2), 80:20 (T3), 70:30 (T4), 60:40 (T5) e 50:50 (T6). Os materiais utilizados para a mistura foram medidos utilizando proveta graduada de 1.000,0 mL. Procedeu-se o revolvimento manual de cada tratamento por inúmeras vezes, com intuito de se obter uma



formulação com total homogeneidade de componentes.

O lodo de esgoto utilizado foi coletado durante o mês de fevereiro de 2014. Apresentando os seguintes atributos: matéria orgânica = 45 dag kg⁻¹; pH em água = 6,0; P₂O₅ (total) = 24 g dm⁻³; K₂O = 3,1 g dm⁻³; N(total) = 37,3 g dm⁻³; Ca = 75 g dm⁻³; Mg = 26 g dm⁻³; S = 10,1 g dm⁻³; Cu = 142 mg dm⁻³; Zn = 602 mg dm⁻³.

O substrato comercial utilizado foi da marca comercial Plantmax®, mistura de casca de *pinus* e turfa enriquecida, possuindo as seguintes características químicas segundo o fabricante: P₂O₅ = 1,2 g dm⁻³; K₂O = 1,7 g dm⁻³; N (total) = 5,1 g dm⁻³; Ca = 4,1 g dm⁻³; Mg = 9,2 g dm⁻³; Cu = 0 mg dm⁻³; Zn = 13,2 g mg⁻³.

Cada parcela experimental era constituída de um tubete cilindro-cônico, com capacidade volumétrica de 53,0 cm³, no qual foram alocados os diferentes substratos, de acordo com cada tratamento. Após esse processo foi feito o plantio de 3 sementes de acordo com o tratamento em cada unidade. Durante todo período de cultivo as mudas foram irrigadas diariamente, no período da manhã e tarde. Sete dias após a semeadura foi avaliada a velocidade e taxa de emergência em todos os tratamentos, através de contagem direta. Quando as mudas apresentavam em torno de 8,0 cm, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma planta de melhor vigor vegetativo e mais centralizada no tubete.

Aos 30 e 100 dias após a semeadura, foram mensuradas as seguintes características das mudas: diâmetro do coleto (DC), obtido com um paquímetro digital, a medição foi rente ao nível do substrato; A altura (A), mensurada utilizando régua milimetrada, tomando-se, como padrão o meristema apical. Na última avaliação, aos 100 dias, as mudas foram retiradas do substrato, para mensuração da massa seca (MS) produzida. Após o processo de coleta, as plantas foram lavadas e alocadas em sacos de papel furado e identificados. Permanecendo em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por um período de aproximadamente, 72 horas, então procedeu-se a determinação da MS em balança analítica.

Optou-se por não realizar a adição de fertilizantes aos substratos, adubação com micronutrientes e adubação de cobertura, com intuito de verificar se o lodo de esgoto é capaz de suprir a demanda inicial de nutrientes pelas mudas e ou definir qual é o elemento que deve ser adicionado ao substrato.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e regressão, utilizando o programa estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística significativa na velocidade e taxa de emergência em nenhum tratamento. Demonstrando que adição do resíduo, mesmo em diferentes concentrações ao substrato não afetou o processo germinativos de nenhuma das três espécies estudadas. A velocidade de emergência das sementes é um dos fatores determinante para se garantir a uniformidade de um lote de mudas. Também não houve diferença estatística na A e DC entre nenhum tratamento na avaliação feita aos 30 dias. No entanto observou-se que as folhas mais velhas da testemunha, em todas as espécies testadas, apresentavam com coloração verde-claro, seguida de amarelecimento e destacando-se do caule. De acordo com Silveira et al. (2002), os sintomas citados acima são característicos de deficiência de nitrogênio em eucaliptos. Nos tratamentos no qual foi utilizado lodo de esgoto esse fato não foi observado, acha visto que o lodo de esgoto apresenta alta concentração do referido nutriente quando comparadas as concentrações presente no substrato comercial. Bovi et al. (2007) relatam que durante o processo de cultivo de mudas em substratos contendo lodo de esgoto, ocorre a mineralização do N orgânico presente no resíduo, suprimindo a necessidade de N dos vegetais.



Figura 1: Mudas *E. globulus*, aos 60 dias, desenvolvendo em substratos com diferentes doses de lodo. Aumento da dose de lodo de esgoto no substrato comercial em ordem crescente da esquerda para direita.

Avaliação feita aos 100 dias demonstrou que mudas da espécie *C. citriodora* que se desenvolveram no substrato com adição de 20% de lodo de esgoto apresentaram maior altura, diâmetro do coleto e massa seca, quando comparadas as plantas que se desenvolveram nos outros tratamentos. A partir dessa dose houve pronunciado decréscimo na altura média das plantas e na matéria seca total avaliada (Tabela 1). Resultado semelhante foi encontrado por Gomes et al. (2013)



que utilizou o lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L e observou que o tratamento com maior porcentagem de lodo de esgoto (90%) associado ao substrato comercial obteve os menores valores desses parâmetros. O diâmetro do coleto da espécie *E. globulus* não foi influenciado pelos diferentes tratamentos. No entanto, a referida espécie apresentou maiores alturas e diâmetro de coleto também na dose de 20% do resíduo no substrato comercial avaliado (**Tabela 1**). Nóbrega et al. (2007) encontraram resultados semelhantes. Esses pesquisadores utilizaram o lodo de esgoto no crescimento inicial de *Schinus terebynthifolius* Radd e constataram a tendência do aumento desses parâmetros, principalmente, a altura na dose de 20% do lodo adicionado ao substrato. Já para espécie *C. urophylla* a dose de 30% de lodo no substrato comercial foi a que apresentou melhores resultados para os parâmetros avaliados (**Tabela 1**).

Nas doses mais elevadas, 40 e 50 % de lodo de esgoto adicionados ao substrato comercial, houve decréscimo na A, DC e MS em todas as espécies estudadas. Esses resultados podem estar relacionados ao aumento dos teores de elementos traços nesses tratamentos. Dentre esses podemos citar o Cu e Zn, os quais foram mensurados em elevadas concentrações no lodo de esgoto utilizado no experimento. Atualmente, a constatação de elevadas concentrações de elementos traços no lodo de esgoto, é um dos maiores entraves para sua utilização agrícola (Ozcan et al., 2013). Os referidos elementos químicos são micronutrientes essenciais a nutrição das espécies estudadas. No entanto, em concentrações acima da exigência das plantas esses passam ter efeitos fitotóxicos, prejudicando o desenvolvimento das espécies vegetais.

CONCLUSÕES

O lodo de esgoto apresenta grande potencial para ser usado juntamente aos substratos comerciais no processo de produção de mudas de espécies florestais.

O uso desse resíduo, ou seja, oferecer a ele um destino é de grande relevância, tanto do ponto de vista ambiental como econômico. Há uma diminuição dos custos durante a cadeia produtiva, pois o mesmo oferece às plantas matéria orgânica e elementos essenciais para o desenvolvimento o que faz com que a adubação inicial não seja uma

preocupação. Além do mais, o aproveitamento desse resíduo quando devidamente tratado, minimiza, por exemplo, efeitos de contaminação de água e solos.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, ao CNPq, à CAPES pelo apoio financeiro e a Copasa pela disponibilização do lodo de esgoto.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. & SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 31:617-625, 2007.
- BOVI, M. L. A.; JÚNIOR, G. G.; COSTA, E. A. D. et al. Lodo de esgoto e produção de palmito em pupunheira. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 31: 153- 166, 2007.
- CAMPOS, F. S.; ALVES, M. C. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 1389-1397, 2008.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 375 Agosto 2006. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acessado em 25 de Maio de 2015.
- GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M. et al. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. *Cerne*, Lavras, 19:123-131, 2013.
- NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A. et al. Utilização de bio-sólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius*)¹. *Revista árvore*, 31:239-246, 2007.
- OZCAN, S.; TOR, A.; MEHMET, E. A. Investigation on the levels of heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons, and polychlorinated biphenyls in sewage sludge samples and ecotoxicological testing. *Clean – Soil, Air, Water*, 41: 411–418, 2013.
- SILVEIRA, R. L. V.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; Sgarbi, F.; Branco, E. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. *Revista Cerne*, 8:107-116, 2002.

Tabela 1: Equações de regressão referentes ao desenvolvimento inicial de três espécies florestais em substrato comercial contendo doses crescentes de lodo de esgoto.



PM. avaliados	Espécies	Equações	R ²	DLR
A	<i>C. citriodora</i>	$Y = 18,9661 + 0,44018X - 0,00850893X^2$	0,87	20 %
	<i>E. globulus</i>	$Y = 16,1661 + 0,498518X - 0,00725893X^2$	0,87	20 %
	<i>E. urophylla</i>	$Y = 16,4893 + 0,748536X - 0,0123393X^2$	0,90	30 %
DC	<i>C. citriodora</i>	$Y = 1,56043 + 0,0284586X - 0,000336429X^2$	0,83	20 %
	<i>E. globulus</i>	Y = M = 21 cm		
	<i>E. urophylla</i>	$Y = 1,53779 + 0,0363664X - 0,000723214X^2$	0,94	30 %
MS	<i>C. citriodora</i>	$Y = 0,46950 - 0,0307621X - 0,00053678X^2$	0,70	20 %
	<i>E. globulus</i>	$Y = 0,5559 - 0,00786714X + 0,00021357X^2$	0,94	30 %
	<i>E. urophylla</i>	$Y = 0,461143 + 0,102243X - 0,00023500X^2$	0,80	30 %

Notas: PM = parâmetros avaliados; A= altura; DC= diâmetro do coleto; MS= massa seca; DLR= Dose de lodo recomendada.