

Crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden tratado com diferentes doses de lodo de esgoto no noroeste do Paraná

Thiago Henrique Oro¹, Erci Marcos Del Quiqui¹, Priscilla Oro²

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, *campus* de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Mestrado em Produção Vegetal, *campus* de Marechal Cândido Rondon, PR

thiago_oro@hotmail.com, ercimarcos@hotmail.com, pri_oro@hotmail.com

Resumo: A aplicação de lodo de esgoto em plantações florestais pode ser de interesse, considerando o potencial do lodo como fertilizante orgânico e condicionador do solo, em virtude das concentrações de matéria orgânica, nitrogênio, cálcio, fósforo e micronutrientes. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito dos lodos de esgoto, aplicados ao solo em diferentes doses (5, 10, 20 e 40 t ha⁻¹), complementados com P, K e B, no desenvolvimento das árvores de *Eucalyptus grandis*. A pesquisa foi implantada na Fazenda da Universidade Estadual de Maringá, em Umuarama – PR, em Novembro de 2009, em delineamento de blocos casualizados (DBC), avaliando-se 7 tratamentos com 3 repetições cada. Avaliou-se a altura e o diâmetro do colo das árvores aos 4, 6 e 12 meses de idade. A dose de lodo de 5 t ha⁻¹ associado à complementação mineral pode ser considerada a mais adequada para substituir a fertilização mineral convencional.

Palavras-chave: adubação orgânica, solo arenoso, eucalipto

Initial growth of *Eucalyptus grandis* treated with different doses of sewage sludge in the Northwest of Parana

Abstract: Application of sewage sludge in forest plantations may be of interest considering the potential of the ooze as organic fertilizer and soil conditioner, as a result of concentrations of organic matter, nitrogen, calcium, phosphorus and micronutrients. Thus, the goal of this work was to evaluate the effect of sewage sludges, applied to the soil at different dose levels (5, 10, 20 and 40 t ha⁻¹), complemented with P, K and B, in the growth of the trees of *Eucalyptus grandis*. The survey was implanted at University of Maringa farm, in Umuarama – PR, on November 2009, on randomized block design, evaluating seven treatments with three repetitions each. Was evaluated the height and stem diameter trees for 4, 6 and 12 months of age. Doses of sludge 5 t ha⁻¹ associated with mineral supplementation may be considered more appropriate to replace the conventional mineral fertilization.

Key words: organic fertilization, sandy soil, eucalypto

Introdução

Uma alternativa interessante para a disposição final do lodo de esgoto, na maioria das cidades brasileiras, é sua utilização na agricultura. De acordo com Ludovice (2000), o

potencial agronômico do lodo é inquestionável, mas sua utilização em áreas agrícolas deve ser feita de maneira cuidadosa, de modo a não provocar danos à saúde pública, ao ambiente ou prejuízos financeiros ao agricultor. Assim, seu aproveitamento em plantações florestais parece ser uma das opções mais indicadas sob os aspectos sanitário, ambiental, silvicultural, social e econômico.

No Brasil, os solos utilizados para plantios florestais são geralmente de baixa fertilidade e necessitam de um aporte de nutrientes, suprido geralmente por adubos minerais, os quais poderiam ser substituídos, com certa vantagem, por adubos orgânicos, como por exemplo, o lodo de esgoto. No entanto, para se obter essa vantagem, é necessária a determinação da amplitude das doses que atendam às necessidades nutricionais das árvores, principalmente durante a fase inicial de crescimento da cultura florestal, sem impactar o ambiente. O lodo de esgoto, que depois de tratado é citado por alguns autores pelo nome de biossólido, apresenta vantagens em relação à fertilização mineral convencional, em função da lenta liberação dos nutrientes no solo, após aplicação (Poggiani, 2006).

Em geral, as estações de tratamento de esgoto (ETEs), no Brasil, tratam o lodo com a adição de cal hidratada e cloreto férrico, visando inclusive sua utilização na agricultura. Contudo, pouco se conhece atualmente a respeito da utilização de lodo de esgoto, quanto ao seu potencial uso em culturas agroflorestais como adubo orgânico e condicionador do solo.

Diante da necessidade de estudos voltados ao uso de lodo de esgoto em sistemas agroflorestais, objetivou-se com este verificar o efeito da aplicação de diferentes doses de lodos de esgoto, complementados com P, K e B, no crescimento e na produção de biomassa lenhosa de *Eucalyptus grandis* plantado em solo arenoso de baixa fertilidade.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda do *Campus* da Universidade Estadual de Maringá, em Umuarama, localizado na região noroeste do estado do Paraná, a 23° 47' de latitude S, 53° 15' de longitude W e altitude média de 375 m. O clima é classificado como Cfa, segundo Köppen, com precipitação média anual de 1.500mm, temperatura média anual de 22°C, umidade relativa média anual 70% com média de 2 geadas por ano (Iapar, 1994). O solo pertence à classe Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (Embrapa, 1999), com textura arenosa, suavemente ondulado e de baixa fertilidade natural (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental antes da implantação

Amostra	pH		Al^+_{3+}	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	Ca^{2+}_{+}	Mg^{2+}_{2+}	K^+	SB	CTC	P	C	V%
	CaCl_2	H_2O	$\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$				mgd m^{-3}					
0 a 20 cm	4,8	5,7	0,0	3,68	1,5 3	0,6 3	0,3 1	2,4 7	6,15	10,3	9,9 8	40, 1
20 a 40 cm	4,5	5,4	0,3	3,97	0,9 6	0,4 6	0,1 7	1,5 9	5,56	3,0	7,6 7	28, 6

Foram produzidas 735 mudas da espécie *Eucalyptus grandis* plantadas numa área de 4410 m². O delineamento estatístico em blocos casualizados constou de 7 tratamentos com 3 repetições, totalizando 21 parcelas.

Os tratamentos foram os seguintes:

- 1) Testemunha absoluta (sem adubação e sem aplicação de lodo de esgoto);
- 2) 10 t ha⁻¹ de lodo de esgoto sem complementação;
- 3) Fertilização mineral, 360 kg ha⁻¹ de Super Simples (adubação de base) + 34 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (45 dias pós-plantio), + 34 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (90 dias após plantio), + 46 kg ha⁻¹ de Uréia (45 dias pós-plantios), +46 kg ha⁻¹ de Uréia (90 dias pós-plantios) + 5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (45 dias pós-plantios), +5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (90 dias pós-plantios);
- 4) 5 t ha⁻¹ lodo de esgoto + 313 kg ha⁻¹ de Super Simples (adubação de base) + 30 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (45 dias pós-plantio), + 30 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (90 dias após plantio), + 5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (45 dias pós-plantios), +5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (90 dias pós-plantios);
- 5) 10 t ha⁻¹ de lodo de esgoto + 267 kg ha⁻¹ de Super Simples (adubação de base) + 26 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (45 dias após plantio), + 26 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (90 dias após plantio), 5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (45 dias pós-plantios), +5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (90 dias pós-plantios);
- 6) 20 t ha⁻¹ 272 kg ha⁻¹ de Super Simples (adubação de base) + 17,5 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (45 dias após plantio), + 17,5 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (90 dias após plantio), 5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (45 dias pós-plantios), +5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (90 dias pós-plantios);

7) 40 t ha⁻¹ de lodo de esgoto + 5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (45 dias pós-plantios), +5,25 kg ha⁻¹ de Octaborato de sódio (90 dias pós-plantios).

O plantio foi realizado em 12/11/2009 com espaçamento de 3 x 2 m, realizado com sulcador, onde foram aplicadas as doses do lodo e demais fertilizantes. Cada parcela constou de 35 plantas, totalizando uma área útil de 15 plantas centrais. Previamente ao plantio, foi realizado combate de formigas cortadeira nos olheiros com produto comercial a base de Rotenona + Fipronil na proporção de 10g m⁻² de formigueiro. Os níveis de N, P e K foram aqueles recomendados por Novais *et al.*, (1990) para solos arenosos. A complementação com P foi realizada simultaneamente com a fertilização de base e N, K e B em cobertura fracionada em duas doses com diferença de 45 dias após o plantio. Esta complementação nos tratamentos foi necessária devido aos baixos teores de fósforo e potássio encontrados no lodo produzido pela ETE de Umuarama – PR (Tabela 2) de modo a igualar a quantidade aplicada no tratamento com a adubação mineral (Tabela 3).

Tabela 2 - Análise química do lodo de esgoto produzidos pela ETE de Umuarama da SANEPAR - PR

Determinações	Resultado analítico
Sólidos Totais (ST)	67,32%
Umidade	32,68%
Carbono orgânico	26,20% (ST)
Enxofre total	0,95% (ST)
pH em H ₂ O (1:10)	6,73
Nitrogênio Kjeldahl	3,63% (ST)
Nitrogênio Amoniacal	0,23% (ST)
Nitrogênio Nitrato	0,14% (ST)
Nitrogênio Nitrito	0,13% (ST)
Fósforo Total (P ₂ O ₅)	0,17% (ST)
Potássio Total (K ₂ O)	0,10% (ST)
Sódio Total	0,08% (ST)
Cálcio Total	15,93% (ST)
Magnésio Total	1,32% (ST)

*ST: Saturação Total

As capinas, roçadas e coroamento foram realizadas conforme o grau de infestação das plantas daninhas.

Foi tomado o diâmetro do colo nas idades 4, 6 e 12 meses utilizando-se de paquímetro digital. A altura média dos eucaliptos foi obtida medindo-se a altura total das árvores de cada parcela nas idades 4, 6 e 12 meses de idade, com o auxílio de uma régua graduada para uso topográfico. Utilizou-se o programa estatístico STATGRAPHICS PLUS versão 4.1 para

análise dos dados em que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Nutrientes adicionados ao solo com a aplicação dos lodos de esgoto e da fertilização mineral

Tratamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
	Kg ha ⁻¹						
Testemunha	-	-	-	-	-	-	-
Fertilização mineral	40	65	40	65	65	40	3
10 t	244	11,4	6,7	1072	889	64	-
5 t +P+K+B	122	65	40	536	444	32	3
10 t +P+K+B	244	65	40	1072	887	64	3
20 t +P+K+B	489	65	40	2145	1777	128	3
40 t + B	977	65	40	4290	3554	256	3

Resultados e Discussão

O tratamento com 40 t + P+K+B, aos 4, 6 e 12 meses de idade, foi estatisticamente superior nas características altura e diâmetro comparado à testemunha e semelhante aos tratamentos 5 t + P+K+B e 20 t + P+K+B em todas as idades com exceção a altura aos 6 meses para o tratamento 20 t + P+K+B.

Tabela 4 - Altura e diâmetro dos eucaliptos medidos aos 4, 6 e 12 meses após o plantio, tratados com diferentes doses de lodo de esgoto e com fertilização mineral convencional

Tratamento	4 meses		6 meses		12 meses	
	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Diâmetro (cm)
Testemunha	1,14 c	1,51 c	1,72 c	2,34 c	5,18 bc	4,46 c
Fertilização mineral	1,34 bc	1,84 bc	2,05 ab	2,85 ab	5,79 ab	5,02 abc
10 t	1,34 bc	1,81 bc	1,97 bc	2,53 bc	5,11 d	4,48 bc
5 t +P+K+B	1,43 ab	2,10 ab	2,10 ab	2,95 ab	5,67 abc	5,01 abc
10 t +P+K+B	1,36 bc	1,99 b	1,98 bc	2,96 ab	5,55 abc	5,09 abc
20 t +P+K+B	1,43 ab	2,05 ab	2,01 bc	2,85 ab	5,77 ab	5,21 ab
40 t + B	1,65 a	2,39 a	2,36 a	3,28 a	6,16 a	5,45 a
C.V. (%)	28,97	33,16	26,46	26,41	17,74	23,84

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – coeficiente de variação.

Na idade de 12 meses verifica-se que a dosagem de 10 t ha⁻¹ sem complementação mineral apresentou altura significativamente inferior comparado com os demais tratamentos que receberam complementação. Tal fato é justificado pelos baixos teores no lodo de P, K e ausência de aplicação de B. Os solos destinados aos plantios florestais são geralmente

limitantes em alguns nutrientes como o P, o K e, principalmente, o B (Gonçalves e Valeri, 2001; Ramos *et al.*, 2009).

Ao se comparar a fertilização comercial com a dosagem mínima de lodo, ou seja, 5 t + P+K+B ha⁻¹, nota-se que essa dosagem foi superior em altura e diâmetro aos 4 meses e semelhante nas demais idades. Do ponto de vista operacional, infere-se que as aplicações de lodo de esgoto, a partir dessa dosagem, poderiam ser consideradas adequadas, visto que resultam num incremento equivalente podendo substituir a fertilização comercial. Resultados semelhantes foram observados por (Polglase e Myers, 1995; Guedes, 2005 e Silva *et al.*, 2008)

Conclusões

A aplicação de lodos de esgoto, complementados com K e B em *Eucalytus grandis* influenciou significativamente a altura e o diâmetro de caule até a idade de 12 meses.

As dosagens de lodo de 5 t ha⁻¹ associado à complementação mineral pode ser considerada a mais adequada para substituir a fertilização mineral convencional, considerando que, além de estimular o crescimento dos eucaliptos, tem menor custo de aplicação, sendo menor o risco de impacto ambiental.

Agradecimentos

Externamos nossos agradecimentos a Fundação Araucária pela doação de bolsas de estudo e a SANEPAR pela doação dos lodos de esgoto.

Referências

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPq, 1999. 180p.

GONÇALVES, J. L. M.; VALERI, S. V. Micronutrientes para culturas: eucalipto e pinus. In: FERREIRA, M. E.(Eds.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p.393- 423.

GUEDES, M.C. **Ciclagem de nutrientes após aplicação de lodo de esgoto (biossólido) sobre latossolo cultivado com *Eucalyptus grandis***. 2005. 154p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49p.

LUDUVICE, M. Experiência da companhia de saneamento do distrito federal na reciclagem agrícola de biossólido. In: BETTIOL, W.. CAMARGO, O.A. (Ed). **Impacto ambiental do**

uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. cap.5, p.153-162.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F., ed. **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. cap.2, p.25-98.

POGGIANI, F. **Uso de biossólidos produzidos nas estações de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo em plantações florestais.** Piracicaba: FEALQ/SABESP, 2006. 70p. (Relatório Técnico-Científico, 42).

POLGLASE, P.J.; MYERS, B.J. Tree plantation for recycling effluent and biosolids in Australia. In: ELDRIDGE, K.G. (Ed). **Environmental management: the role of eucalypts and other fast growing species: proceedings.** Melbourne: JONT, 1995. p.100-109.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; FERREIRA, R. M. A.; ARAÚJO, J. L.; CARVALHO, G. de C. Crescimento e teores de boro em plantas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) cultivadas em dois Latossolos sob influência de doses de boro e disponibilidade de água. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.1, p.57-65, 2009

SILVA, P. H. M. da.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L.; MOREIRA, R. M. Crescimento de *Eucalyptus grandis* tratado com diferentes doses de lodos de esgoto úmido e seco, condicionados com polímeros. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 79-88, mar. 2008.