

USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis*

Wellington Ochner Casati¹; Erci Marcos Del Quiqui¹; Luiz Antônio Mariot Roman¹; Maylon Wilson Dileli¹ e João Paulo Reche Maciel¹

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. E-mail: wocasati@hotmail.com; ercimarcos@hotmail.com; luizantoniomariot@hotmail.com; maylon_dileli@hotmail.com; jp_maciel3@hotmail.com

RESUMO: Este trabalho objetivou verificar o efeito da aplicação de doses de lodo de esgoto e caroço de algodão em substituição à fertilização convencional no desenvolvimento inicial da cultura do eucalipto cultivado em solo arenoso de baixa fertilidade. Foi conduzido um experimento em vasos dispostos a campo utilizando um Latossolo Vermelho distrófico de textura arenosa. O delineamento experimental foi de blocos casualizado com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos da adição de lodo de esgoto (5, 10, 20 e 40 t ha⁻¹), caroço de algodão (5, 10, 20 e 40 t ha⁻¹) e adubação mineral convencional. Avaliou-se a altura total e diâmetro das plantas aos 30, 60 e 90 DAT (Dias Após Transplante). Até os 60 DAT a adubação mineral foi a que apresentou o melhor desenvolvimento nas mudas, já a partir dos 90 DAT o tratamento com 20 t ha⁻¹ de lodo de esgoto e os tratamentos com 10 t ha⁻¹ e 40 t ha⁻¹ de caroço de algodão foram semelhantes estatisticamente em relação à altura de plantas com a fertilização mineral, porém em relação ao diâmetro de plantas a fertilização comercial continua superior a todos os outros tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo florestal, nutrição florestal, Eucalyptus.

USE OF ORGANIC WASTE IN THE DEVELOPMENT OF SEEDLINGS *EUCALYPTUS GRANDIS*

ABSTRACT: This study aimed to determine the effect of doses of sewage sludge and cottonseed instead of conventional fertilization in the early development of the crop grown in the sandy soil of low fertility eucalyptus. An experiment in pots ready to field using an Oxisol of sandy texture was conducted. The experimental design was randomized blocks with five replicates per. The treatments consisted of the addition of sewage sludge (5, 10, 20 and 40 t ha⁻¹), cottonseed (5, 10, 20 and 40 t ha⁻¹) and conventional mineral fertilization. We evaluated the overall height and diameter of plants at 30, 60 and 90 DAT (days after transplanting). Until 60 DAT mineral fertilization showed the best development in seedlings, already broke the 90 DAT treatment with 20 t ha⁻¹ of sewage sludge and treatments with 10 t ha⁻¹ and 40 t ha⁻¹ of seed cotton were statistically similar regarding plant height with no mineral fertilization, but in relation to the diameter of the commercial plants fertilization remains superior to all other treatments.

KEY WORDS: Forest management, forest nutrition, Eucalyptus.

INTRODUÇÃO

O aumento do custo dos fertilizantes comerciais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de carbono e nutrientes. Isso gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização.

Os povoamentos florestais têm sido amplamente estudados como ecossistemas potencialmente aptos a absorver boa parte dos resíduos do setor agroindustriais e dos resíduos urbanos. Contudo, cuidados especiais devem ser tomados em relação à localização, forma e dose de aplicação, para não ocorrer a contaminação do solo, nascentes, cursos d'água e lençóis freáticos (Gonçalves et al., 2000a). A maioria das plantações de eucalipto situa-se em solos distróficos e, portanto, a ciclagem de nutrientes e a fertilização são de extrema importância para manutenção da produtividade (Gama-Rodrigues et al., 2005). De maneira geral, as áreas cultivadas com eucalipto são de baixa fertilidade, o que aumenta o custo inicial do investimento.

A produção de mudas é uma das fases mais importantes para o estabelecimento dos povoamentos florestais. A nutrição adequada das mesmas, são fatores essenciais para assegurar boa adaptação e crescimento após o plantio (Barros et al., 1997), sendo assim o uso de fertilizantes e doses adequadas para cada espécie, é importante fator para a produção de mudas, pois garante o crescimento da plântula, reduz o tempo de formação e as perdas de campo.

O uso agrícola de resíduos tem por objetivo não somente o aumento na oferta de nutrientes, mas também do aumento da matéria orgânica do solo, melhorando suas propriedades físicas, como densidade, porosidade e capacidade de retenção de água e as biológicas, por meio do enriquecimento da atividade macro, meso e microbiológica do solo (Andrade et al., 2006). Segundo Malavolta et al. (2004), alguns adubos orgânicos que mesmo empregados em doses elevadas, são considerados pobres nos elementos essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio. Valem especialmente pela matéria orgânica que, incorporada ao solo, se decompõe e forma húmus. Outros, mais concentrados, comportam-se de modo mais semelhante ao dos adubos minerais, funcionando como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e outros elementos.

Assim, dependendo do tempo de compostagem, da natureza dos materiais compostados ou do tempo de adição de resíduos ao solo, o grau de humificação ou o teor de substâncias húmicas nos materiais orgânicos podem variar de um material ou área agrícola para outra, em relação à matéria orgânica total (Wu e Ma, 2002).

Del Quiqui et al. (2004) estudando os efeitos de diferentes substratos acrescidos de fertilizantes na produção de mudas de eucalipto, concluíram que a utilização de fontes de nutrientes de liberação lenta permitiu maior produção de matéria seca e maior acúmulo de nutrientes na parte aérea em comparação com fontes de nutrientes de liberação rápida.

Trabalho realizado por Scopel et al. (2010) estudando a influência de adubações convencionais e adubação com liberação lenta na produção de mudas de eucalipto, concluíram que os tratamentos com adubação lenta tiveram os melhores resultados, em comparação com adubação mineral.

Objetivou-se com a realização desse trabalho verificar o efeito da aplicação de resíduos orgânicos quanto ao seu potencial de uso como adubo orgânico e condicionador do solo em substituição à fertilização mineral convencional, no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos dispostos a campo, nas dependências da Fazenda do *Campus* da Universidade Estadual de Maringá, em Umuarama, estado do Paraná. O clima é classificado como Cfa, segundo Köppen, com precipitação média anual de 1.500 mm, temperatura média anual de 22 °C, umidade relativa média anual de 70% com média de 2 geadas por ano (Iapar, 1994). O solo utilizado foi Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006).

Inicialmente foi realizada uma calagem elevando a saturação de bases a 60%, conforme indicações da SBCS (2004), utilizando calcário dolomítico. Foi utilizado solo da camada de 0-20 cm que, após corrigido, recebeu os tratamentos, sendo acondicionados em vasos plásticos com capacidade de 13 kg, sendo padronizado a mesma quantidade de solo por cada vaso. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com cinco repetições cada tratamento. Os tratamentos foram constituídos da adição de lodo de esgoto (5, 10, 20 e 40 t ha⁻¹), caroço de algodão (5, 10, 20 e 40 t ha⁻¹) e adubação mineral convencional. A aplicação da fertilização mineral nos vasos foi feita em função da análise de solo e seguindo as recomendações do SBCS (2004) para a cultura, correspondendo a 50 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

Foram feitas análises dos compostos orgânicos, que apresentaram as seguintes composições químicas (Tabela 1 e 2).

Tabela 1- Análise química do lodo de esgoto, produzidos pela ETE de Umuarama da SANEPAR – PR

Determinações	Resultados analíticos
Sólidos Totais	67,32%
Umidade	32,68%
M.O	46,17%
Enxofre total	0,95% (ST)
pH em H ₂ O	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: Sólidos Totais; M.O: Matéria Orgânica

Tabela 2- Análise físico-química do caroço de algodão

Determinações	Resultados analíticos
Textura Argila	25%
pH em H ₂ O	6,80
M.O	23,45%
P	0,5% (ST)
K	1,60% (ST)
Ca	5,99% (ST)
Mg	0,94% (ST)
S	0,614% (ST)
Zn	0,0008% (ST)
Cu	0,000289% (ST)
H+AL (cmol _c /dm ³)	3,53
Na	0,00058% (ST)
CTC a pH 7,0 (cmol _c /dm ³)	41,8
V (%)	91,5

ST: Sólidos Totais; M.O: Matéria Orgânica

Na tabela 1, destaca-se uma boa quantidade de matéria orgânica e o resíduo apresenta pH elevado, não tendo problemas com acidificação do solo através do seu uso, outro nutriente com boa disponibilidade é o Cálcio, provavelmente porque nos tratamentos feito pelas ETE utiliza-se o cal virgem. Já a tabela 2, mostra que o resíduo possui uma quantidade menor de matéria orgânica em relação ao primeiro, porém ainda possui em boa quantidade, o pH também é elevado não tendo problemas com acidificação do solo, e destaca-se nesse resíduo a quantidade de fósforo e potássio que são muito superiores em relação ao primeiro resíduo.

As mudas foram produção própria, e a semeadura foi em tubetes no dia 18/07/2012 e foram conduzidas por 90 dias até o transplante nos vasos, sendo selecionadas mudas com o

mesmo padrão de desenvolvimento para todos os vasos. O experimento foi conduzido ao ar livre, com espaçamento de 2 m. entre plantas e 3 m. entre linhas. Durante toda condução do trabalho a campo, o solo dos vasos foi mantido úmido através da precipitação pluviométrica natural e pela irrigação nas épocas de estiagem.

Aos 30, 60 e 90 dias após o transplante (DAT) nos vasos, foram realizadas todas as avaliações. A altura de plantas foi determinada com régua graduada, medindo-se a distância entre o nível de solo e o ápice das mudas; o diâmetro do coleto foi avaliado através do uso de paquímetro digital. Realizou-se a análise dos dados em que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até os 60 DAT, os tratamentos em que se usou fertilizante mineral apresentou significativo incremento no desenvolvimento inicial das mudas, tanto em altura como em diâmetro, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3- Altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a diferentes doses de fertilizantes orgânicos comparados à fertilização mineral convencional

Tratamento	30 DAT		60 DAT		90 DAT	
	Altura (cm)	Diâmetro coleto (mm)	Altura (cm)	Diâmetro coleto (mm)	Altura (cm)	Diâmetro coleto (mm)
FC	36,78a	5,66a	46,66a	8,78a	70,00a	13,09a
5t.ha ⁻¹ CA	27,02bc	3,48b	33,10c	5,05b	45,00b	7,35b
10t.ha ⁻¹ CA	27,60bc	3,40b	35,62bc	5,54b	50,80ab	8,72b
20t.ha ⁻¹ CA	27,28bc	2,88b	34,50bc	5,59b	48,60b	7,93b
40t.ha ⁻¹ CA	30,90bc	3,49b	39,06b	6,03b	49,20ab	8,39b
5t.ha ⁻¹ LE	28,52bc	3,18b	36,94bc	5,10b	47,20b	7,25b
10t.ha ⁻¹ LE	25,72b	3,26b	32,82c	5,36b	41,80b	7,59b
20t.ha ⁻¹ LE	28,44bc	3,48b	35,88bc	5,42b	50,20ab	7,19b
40t.ha ⁻¹ LE	28,76bc	3,54b	36,64bc	6,26b	43,40b	8,48b
C.V. (%)	12,16	23,26	12,42	20,10	23,50	28,06

DAT: Dias após transplante; FC: Fertilização mineral convencional; CA: Carvão de algodão; LE: Lodo de esgoto; C.V.= Coeficiente de variação. Valores seguidos pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Segundo Alcarde et al. (1989), o uso de fertilizante mineral proporciona imediata disponibilidade dos elementos na solução do solo, associado ainda, ser o *E. grandis*, a espécie mais eficiente, em seu gênero, o que favorece a absorção e utilização dos nutrientes (Silva, 1993 e Barros et al., 1985). No estágio juvenil, até aproximadamente 24 meses, período em que ocorre a expansão da área foliar e sistema radicular, a demanda de N é muito elevada (Gonçalves et al., 2000b).

A adição deste nutriente, principalmente em solos com baixo teor de matéria orgânica, resulta em acréscimos na taxa de crescimento. Geralmente, este efeito só perdura até o fechamento de copas. A partir daí, a competição por luz e água passa a constituir o fator mais limitante ao crescimento das árvores, e o suprimento de N via mineralização da matéria orgânica do solo e ciclagem de nutrientes atende à demanda das árvores (Barros et al., 1990; Gonçalves et al., 2000b). Ainda que não resulte em elevações na produtividade de madeira no fim do ciclo, este maior crescimento inicial das árvores, provavelmente causado pelo aumento da disponibilidade de N, é muito desejável, pois reduz os custos de controle de plantas invasoras.

Para a característica diâmetro aos 90 DAT, a fertilização convencional foi superior comparado aos demais tratamentos, porém para altura foi semelhante estatisticamente aos tratamentos com 10 t ha⁻¹ e 40 t ha⁻¹ de caroço de algodão e 20 t ha⁻¹ de lodo de esgoto. Este fato pode estar relacionado com lenta mineralização dos compostos orgânicos principalmente em suprir N para o crescimento vegetal (Poggiani et al, 2000; Nascimento et al., 2004; Da Ros et al.,1993), fornecendo um indicativo que, em períodos maiores, a adubação com resíduos pode ser viável, já com os dados obtidos levando em consideração apenas a característica altura pode-se recomendar tecnicamente para substituir a adubação convencional, as doses de 10 t ha⁻¹ de caroço de algodão, ou 20 t ha⁻¹ de lodo de esgoto dependendo da sua disponibilidade e valor comercial em cada região, esses valores foram alcançados provavelmente pela alto teor de matéria orgânica presente nos resíduos utilizados, como pode ser visto nas análises químicas presente nos matérias e método.

O emprego de recipientes com dimensões limitadas e o longo período de permanência dessas plantas nestes recipientes tornam o sistema radicular sujeito a restrições físicas (Rezende et al., 2002). Sendo necessários recipientes de maiores dimensões para se conduzir o trabalho por um maior período de tempo.

A altura de planta é um importante parâmetro de análise, pois plantas com deficiência de nutrientes apresentam desenvolvimento insatisfatório, afetando diretamente o seu crescimento, e por ser o principal parâmetro analisado na escolha da compra das mudas. A altura de planta fornece uma ótima estimativa da predição do crescimento inicial no campo, é um parâmetro de fácil determinação não é um método destrutivo, além de sua medição ser muito simples (Gomes et al., 1991).

Trabalho realizado por Scopel et al. (2010) estudando a influência de adubações convencionais e adubação com liberação lenta na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*,

concluiu que os tratamentos com Osmocote obtiveram a maior altura de planta e diâmetro do colo, em comparação a adubação com NPK.

CONCLUSÕES

A dose de fertilização mineral convencional até os 60 DAT proporcionaram as mudas o melhor desenvolvimento.

Para a característica altura de plantas até 90 DAT as doses de 10 t ha⁻¹ e 40 t ha⁻¹ de caroço de algodão e 20 t ha⁻¹ de lodo de esgoto foram semelhantes à fertilização convencional.

Para fins de indicação de substituição da adubação mineral convencional pela adubação orgânica com resíduos, os resultados obtidos indicam a necessidade de conduzir trabalhos semelhantes superiores a 90 DAT, além de avaliar a disponibilidade e o valor comercial do resíduo orgânico em cada região.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações** São Paulo, ANDA, 1989 35p. (ANDA, Boletim Técnico, 3).
- ANDRADE, G.C.; BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.D.;DEDECEK, R.A.; GAVA, J.L. Efeito da Aplicação de Lixo Urbano Compostado e de Adubos Minerais no Solo e na Produtividade de *Eucalyptus grandis*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.53, p.39-66, 2006.
- BARROS, N.F.; CARMO, D.N.; CALAIS, D.;VIEIRA, F.S. Biomassa, absorção e eficiência de utilização de nutrientes por clones de eucalipto na região norte do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20, 1985. **Programas e Resumos**. Campinas. SBCS, 1985. p.109.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. e NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F. e NOVAIS, R.F. Eds. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, Folha de Viçosa,1990. p.127-186.
- BARROS, N.F.; NEVES, J.C.; NOVAIS, R.F.; **Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto**. In GONÇALVES, JULIANA. L. de M; BENEDETTI, VANDERLEI. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 1997. p.269-286.
- DA ROS, C.O.; AITA, C.; CERETTA, C.A. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.17, p.257-261, 1993.
- DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; PINTRO, J. C.; ANDRADE, P. J. P. de; MUNIZ, A. S. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. **Acta Sci. Agronômica**. Maringá, v.26, 293-299.2004

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.29, n.6, p.893-901. 2005.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; BORGES, R.C.G.; FONSECA, E.P. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em Win-Strip. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.35-41, 1991.

GONÇALVES, J.L.M.; VAZ, L.M.S.; AMARAL, T.M. e POGGIANI, F. Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: II Efeito na fertilidade do solo, nutrição e crescimento das árvores. In: BETTIOL, W. e CAMARGO, O.A., Eds. **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. São Paulo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000a. p.179-196.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; e GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. Eds. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000b. p.3-57.

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

MALAVOLTA, E.; GOMES, P.F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2004. 1970p.

NASCIMENTO, C.W.A.; BARROS, D.A.S.; MELO, E.E.C.; OLIVEIRA, A.B.; Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.385-392, 2004.

POGGIANI, F.; GUEDES, M.C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto**, Jaguariúna, SP: EMBRAPA Meio Ambiente, p.163-178, 2000.

SCOPEL, H.V.; SILVEIRA, E.R.; ROSA, G.G; GUINDANI, J.L. Influência de adubações convencionais e adubação com liberação lenta no desenvolvimento inicial de plântulas de eucalipto. In: XV Seminário de iniciação científica e tecnológica (SICITE 2010), 2010, Cornélio Procópio/PR. **Anais**, 2010.

SILVA, H.D. **Biomassa e aspectos nutricional de cinco espécies do gênero *Eucalyptus* plantados em solo de baixa fertilidade**. Piracicaba: ESALQ, 1983. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”1983.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. 10 ed. 400p.

REZENDE, J.O.; MAGALHÃES, A.F.J.; SHIBATA, R.T.; ROCHA, E.S.; FERNANDES, J.C.; BRANDÃO, F.J.C.; REZENDE, V.J.R.P. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros**

costeiros: análise e sugestões. Salvador-BA: SEAGRI/SPA, 2002. 97p. (Serie Estudos agrícolas; 3).

WU, L.; MA, Q.C. **Relacionamento entre a estabilidade de compostagem e de carbono orgânico extraível.** São Paulo, 2002. 254p.