

EFEITO DE LODO DE PAPEL RECICLADO E DA ADUBAÇÃO DE COBERTURA SOBRE A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES EM *Eucalyptus saligna*

Álvaro Boson de Castro Faria^{1*}, Alessandro Camargo Ângelo², Celso Garcia Auer³

^{1*}Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso de Engenharia Florestal, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil - alvarob@utfpr.edu.br

²Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, Paraná, Brasil - alessandrocamargo@gmail.com

³Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, Brasil - celso.auer@embrapa.br

Recebido para publicação: 11/10/2013 – Aceito para publicação: 10/02/2015

Resumo

Os resíduos sólidos da indústria de reciclagem de papel têm potencial de uso para correção da acidez do solo e como fonte de nutrientes para as culturas agrícolas e florestais. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de lodo de papel reciclado e da adubação de cobertura sobre a disponibilidade de micronutrientes em *Eucalyptus saligna* Smith, com base em um ensaio com mudas de três meses de idade transplantadas para vasos distribuídos com espaçamento em uma área experimental 2 x 2 m. Após a homogeneização da granulometria e da umidade do lodo, foi implantado um delineamento inteiramente casualizado com dois fatores (dose e adubação em cobertura) e três repetições, totalizando dezoito amostras de folhas e dezoito de raízes por micronutriente. Os efeitos foram os seguintes: quanto maior a dose do lodo de papel reciclado, menores os teores de manganês nas raízes. Em menor intensidade, a adubação em cobertura também prejudicou a disponibilidade de Mn radicular. O lodo e a adubação não prejudicaram a disponibilidade de Fe, Zn e Cu pelas plantas.

Palavras-chave: Produção florestal; resíduos agroindustriais; sustentabilidade.

Abstract

Effect of sludge from recycled paper and top fertilization on macronutrients availability of Eucalyptus saligna. The solid waste of recycling paper industry has potential to be used both as lime and as a source of nutrients for agricultural crops and forestry. This work aimed to evaluate the effects of different doses of recycled paper sludge and top fertilization on the availability of micronutrients in *Eucalyptus saligna* Smith, based on a test with three-month-old seedlings transplanted to pots distributed in a 2 x 2 m experimental area. After homogenization of particle size and moisture content of the sludge, a completely randomized design with two factors (dose and top fertilization), and three repetitions was implemented, totaling eighteen samples of leaves and roots for each micronutrient. The higher dose of recycled paper sludge, the lowest was the manganese contents in the roots. In lesser intensity, top fertilization also decreased the availability of Mn root. The sludge and fertilization did not impair the plants availability of Fe, Zn and Cu.

Keywords: Forestry; agro-industrial residues; sustainability.

INTRODUÇÃO

Os passivos ambientais gerados pelas indústrias podem ser reutilizados como insumos para a geração de produtos inovadores, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias mais limpas para a geração de empregos e renda em novos mercados.

As indústrias de papel e celulose geram poluição ambiental (GONÇALVES; MORO, 1995). Os constantes aumentos na demanda de produção implicam a geração diária de grande quantidade de resíduos, em função dos diferentes processos tecnológicos e da qualidade das aparas de papel, constituindo uma preocupação ambiental (MORO; GONÇALVES, 1995).

Da mesma forma, a indústria de papel reciclado gera passivos ambientais na forma de resíduo sólido, denominado lodo de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) ou lodo de papel reciclado. Segundo Balbinot Júnior *et al.* (2006a), a produção desses resíduos ocorre a partir das perdas de fibras de celulose no processo de reciclagem e principalmente devido à remoção da carga mineral contida nas

aparas de papel durante o processo industrial. Autores como Andrade *et al.* (2005) e Rocha *et al.* (2004) entendem que o lodo de ETE também pode ser conceituado como biossólido.

O uso de fibras recicladas ao redor do mundo é crescente, não só devido às pressões ecológicas e ambientais, mas em razão de fatores econômicos e tecnológicos (PERECIN, 2005). A opção para disposição final desses resíduos é o aterro sanitário e exige cuidados especiais no manuseio, tendo em vista os riscos de contaminação ambiental (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2006b; BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2006a).

Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a responsabilidade de destino final dos passivos ambientais gerados nos mais diversos setores de produção passou a ser das empresas e indústrias. Assim, espera-se que busquem alternativas e invistam em programas de reciclagem.

De acordo com o tipo de material reciclado, há mudanças na composição química dos resíduos (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2006ab). O lodo de papel reciclado se apresenta como uma massa fibrosa de cor acinzentada, tendo sido classificado na norma NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 2004) como não perigoso, classe II A, não inerte, exigindo controle e monitoramento ambiental, segundo Costa (2007).

Balbinot Júnior *et al.* (2006ab) também fizeram a caracterização química dos nutrientes contidos no resíduo de estação de tratamentos de efluentes de fábrica de papel reciclado. Obtiveram pH alcalino e teores de Mn, Fe e Zn, em diferentes composições (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de micronutrientes, umidade e pH do resíduo.
Table 1. Levels of micronutrients, moisture and pH of the residue.

Fonte	Umidade %	pH	Mn	Fe	Zn	Cu
			mg.kg ⁻¹			
Balbinot Júnior <i>et al.</i> (2006ab)	65 a 66	7,3 a 7,6	55 a 59	2.200 a 2.800	132 a 321	91 a 176
Costa (2007)	60	8,6	44,35	2.480	265,22	49,14

Costa (2007) comparou os teores de diversos metais presentes no lodo de ETE de indústria de papel reciclado com os padrões do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), da Cetesb e da Resolução Conama nº 375 (BRASIL, 2006), tendo concluído que ficaram dentro dos limites estabelecidos por esses padrões.

Desde a década de 1990, a Embrapa Florestas vem dando atenção para pesquisas com cinza de caldeira e resíduo celulósico (FERREIRA *et al.*, 1995; ANDRADE *et al.*, 2003). Diversos autores (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2006b; LUNARDI NETO *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2009) destacam que o lodo de papel e do papel reciclado são ricos em óxidos de cálcio e magnésio e têm potencial para uso como corretor de solos. Essas características se tornam interessantes para serem aproveitadas em culturas implantadas em solos com baixa fertilidade e/ou elevada acidez, como os solos do Cerrado brasileiro, ou mesmo para melhorar as propriedades físicas e químicas de solos degradados (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2006ab; GALBIATTI *et al.*, 2007; LUNARDI NETO *et al.*, 2008; LIMA *et al.*, 2010). Andrade *et al.* (2003) consideram viável a utilização de resíduos de indústria de papel e celulose em plantios de eucalipto.

Há escassez de trabalhos sobre o uso de resíduos de reciclagem de papel para correção da acidez do solo e/ou como fonte de nutrientes para as culturas agrícolas e florestais (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2006a). Segundo Rocha (1983), a calagem pode dificultar a disponibilidade de potássio para as plantas, e segundo Valeri *et al.* (1985), podem ocorrer problemas com a disponibilização do fósforo. Independentemente do uso da calagem, os procedimentos relacionados à implantação do eucalipto utilizam comumente a adubação de cobertura para acelerar o desenvolvimento inicial das plantas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do lodo de papel reciclado e da adubação de cobertura sobre a disponibilidade de micronutrientes em experimento utilizando doses crescentes de resíduo misturados com o solo em mudas de *Eucalyptus saligna* Smith, plantadas em vasos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área pertencente à Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), no município de Irati, PR, paralelo 25°27'56" de latitude Sul, com interseção com o meridiano 50°37'51" de longitude Oeste e a 150 km de Curitiba. Encontra-se na região do Segundo Planalto Paranaense, com clima tipo Cfb segundo a classificação de Köppen, com geadas frequentes no inverno.

No ensaio em vasos, foi utilizado um Latossolo disponível no viveiro da universidade. Foram retiradas oito amostras aleatórias desse solo, enviadas para análise no laboratório de fertilidade do solo da

Unicentro. Esse solo era ácido, com baixos teores em potássio e sódio, apresentava teores médios de Ca, Mg, Al, MO e fósforo (P), respectivamente, de 3,04 cmol_c.dm⁻³, 2,14 cmol_c.dm⁻³, 5,36 cmol_c.dm⁻³, 40,54 g.dm⁻³ e 8,59 mg.dm⁻³. A saturação por bases (V%) média foi de 22,4%, considerada baixa, ou seja, contendo alumínio em nível tóxico às plantas. Quanto à textura, foi considerado como sendo argiloso. Os resultados das estatísticas descritivas dos valores de caracterização físico-química encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Caracterização físico-química do solo.
Table 2. Physic and chemical characterization of the soil.

Estatística	pH CaCl ₂	cmol _c .dm ⁻³						
		K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Na ⁺
Média	3,78	-	3,04	2,14	5,18	5,36	17,78	-
Variância	-	-	0,48	0,21	1,13	0,11	0,66	-
Desvio padrão	0,04	-	0,70	0,46	1,07	0,33	0,81	-
Erro padrão	0,01	-	0,25	0,16	0,38	0,12	0,29	-
CV%	0,01	-	0,23	0,22	0,21	0,06	0,05	-
IC MÁX (5% prob.)	3,81	-	3,62	2,52	6,07	5,63	18,45	-
IC MÍN (5% prob.)	3,75	-	2,46	1,75	4,28	5,08	17,1	-
	M.O. g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	V%	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
					g.100g ⁻¹			
Média	40,54	8,59	22,4	3,75	2,29	23,21	70,75	
Variância	58,74	37,19	0,00	0,42	0,06	49,36	54,00	
Desvio padrão	7,66	6,10	0,04	0,65	0,24	7,03	7,35	
Erro padrão	2,71	2,16	0,01	0,23	0,08	2,48	2,60	
CV%	0,19	0,71	16,7	0,17	0,10	0,30	0,10	
IC MÁX (5% prob.)	46,94	13,69	25,6	4,29	2,49	29,09	76,89	
IC MÍN (5% prob.)	34,13	3,49	19,3	3,21	2,09	17,34	64,61	

Quanto ao resíduo utilizado, considerou-se que ele possuía pH e teores de micronutrientes nas faixas descritas por Balbinot Júnior *et al.* (2006ab) e Costa (2007) (Tabela 1). O resíduo de papel reciclado foi doado pela Cia. Volta Grande (CVG). Foram realizadas atividades para homogeneizar a granulometria e o teor de umidade do resíduo utilizado no experimento.

A granulometria do resíduo foi avaliada pela escala de Wentworth, tendo sido homogeneizada com o uso de duas peneiras de metal sobrepostas. A inferior, com abertura quadrangular de três cm, e a superior, com abertura circular com raio de 1,5 cm. O resíduo foi “esfarelado” manualmente pela fricção sobre as grelhas, formando agregados com diâmetro de cerca de 15 mm e formato pouco uniforme. O material foi armazenado e acondicionado no laboratório de proteção florestal/Unicentro até a sua utilização.

No momento da implantação do experimento, foram separadas quatro amostras de 500 g do resíduo granulado, para determinação do teor de umidade. Após pesagem, o material úmido foi seco em estufa (100 °C). Foram realizadas pesagens diárias até a estabilização do peso seco do resíduo. O teor de umidade gravimétrica estabilizou-se em 60,7 ± 3,7% após dez dias de avaliação.

Em todos os tratamentos, as mudas utilizadas foram do clone “2864” de *Eucalyptus saligna* Sm., com três meses de idade, provenientes do viveiro da empresa Klabin.

Os tratamentos consistiram em doses crescentes de resíduo, misturado com o solo com o uso de uma betoneira de construção civil. Foram testadas três doses de resíduo, caracterizadas como 0,0 (v/v), 12,5 (v/v) e 25 (v/v) (onde v/v significa porcentagem do volume do vaso). As misturas foram acondicionadas em vasos de polipropileno de 8,5 L. O plantio das mudas foi feito simulando a implantação florestal, uma vez que os vasos foram posicionados em campo em uma área plana e com espaçamento de 2 x 2 m.

O segundo fator avaliado foi o efeito da adubação em cobertura, comumente utilizada na silvicultura do eucalipto. Foi utilizado com NPK na proporção 4-14-8. Essa adubação foi realizada trinta dias após o plantio, conforme cronograma usual de implantação florestal. Foi aplicado uniformemente o equivalente a 50 g de adubo por vaso, na superfície do solo.

Durante a condução do experimento, foram monitorados os fatores ambientais temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica (Figura 1).

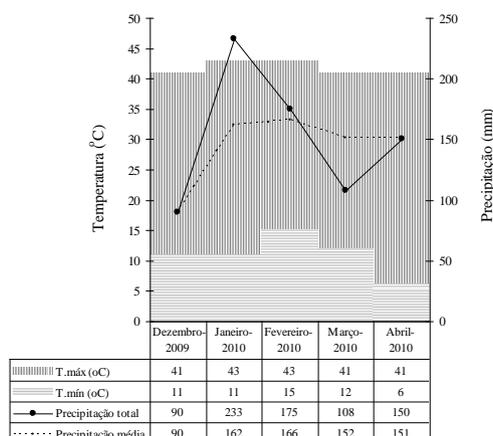


Figura 1. Temperatura e precipitação na área experimental.
Figure 1. Temperature and precipitation in the experimental site.

Aos 120 dias, foram feitas amostragens foliares e de raízes para avaliar a resposta dos tratamentos para os teores de micronutrientes. Foram amostrados o sistema radicular e um ramo por planta, selecionado levando-se em conta a face norte e a parte mediana desta, evitando-se folhas muito jovens ou velhas.

Os ramos e raízes coletados foram lavados em bandejas com água deionizada e colocados em papel-toalha para secagem natural. Logo após, foram secos em estufa com temperatura de 70 °C. Em seguida, as folhas e raízes secas foram moídas e guardadas em recipientes de vidro até a execução de análises, realizadas no laboratório de fertilidade do solo e de biogeoquímica da Universidade Federal do Paraná.

Para avaliar o efeito da adubação de cobertura e da interação com as doses de resíduo, foram realizadas análises de rotina para Mn, Fe, Zn e Cu, segundo recomendações de Martins e Reissmann (2007). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com dois fatores (dose e adubação) e três repetições, totalizando dezoito amostras de folhas e dezoito de raízes por nutriente. Os dados tiveram distribuição normal e foram analisados pela Anova. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), usando-se o software Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Os teores de micronutrientes foram demonstrados pela elaboração de gráficos de tendência no Excel, em modelos de regressão polinomial cúbica. Os resultados que não tiveram diferença significativa e nem efeito de interação foram elaborados com as médias gerais. Para os resultados com diferenças significativas, estas foram evidenciadas nas curvas da regressão, e o efeito da interação entre adubação e dose do resíduo foi verificado ao se analisar os pontos de interseção entre as curvas ajustadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Manganês

Quanto maior a dose do lodo de papel reciclado, menores os teores de Mn nas raízes e nas folhas (Figura 2).

Resultados de Rocha (2004) mostraram que, com o resíduo de indústria de celulose, apenas o manganês se mostrou sensível às doses de resíduo aplicadas em *E. grandis*, diminuindo seu teor foliar com o aumento das doses.

Malavolta *et al.* (1997) descrevem as várias funções do Mn nas plantas, destacando que a função mais conhecida é a participação na liberação fotoquímica do oxigênio, efetuada pelos cloroplastos foliares. Ainda (ibid.), mencionam que o manganês é imprescindível para a fotossíntese das plantas C_3 , caso do *E. saligna*. Nesse sentido, são recomendados mais estudos para evidenciar a eficiência de utilização no manganês pelas plantas, em função do aumento das doses do resíduo, que pode ter imobilizado o Mn do solo em suas estruturas orgânicas.

Ainda quanto ao teor de Mn nas raízes, notou-se que o efeito da adubação em cobertura foi significativo ($F = 170,38$, $p < 0,01$), com o grupo com NPK apresentando valores de manganês inferiores

aos do grupo sem adubo, nas três doses do lodo. É possível que os macronutrientes no solo dos vasos tenham tido maior êxito em serem disponibilizados pelas plantas, tendo competido com o Mn na absorção pelas raízes. Essa competição também teve reflexo nas folhas, fazendo com que houvesse diferença significativa entre grupos com e sem adubo, na testemunha ($F = 342,11$, $p < 0,01$). Porém, com o aumento da dose de resíduo, as diferenças da adubação passam a ser não significativas ($F = 441,13$, $p < 0,01$, da interação).

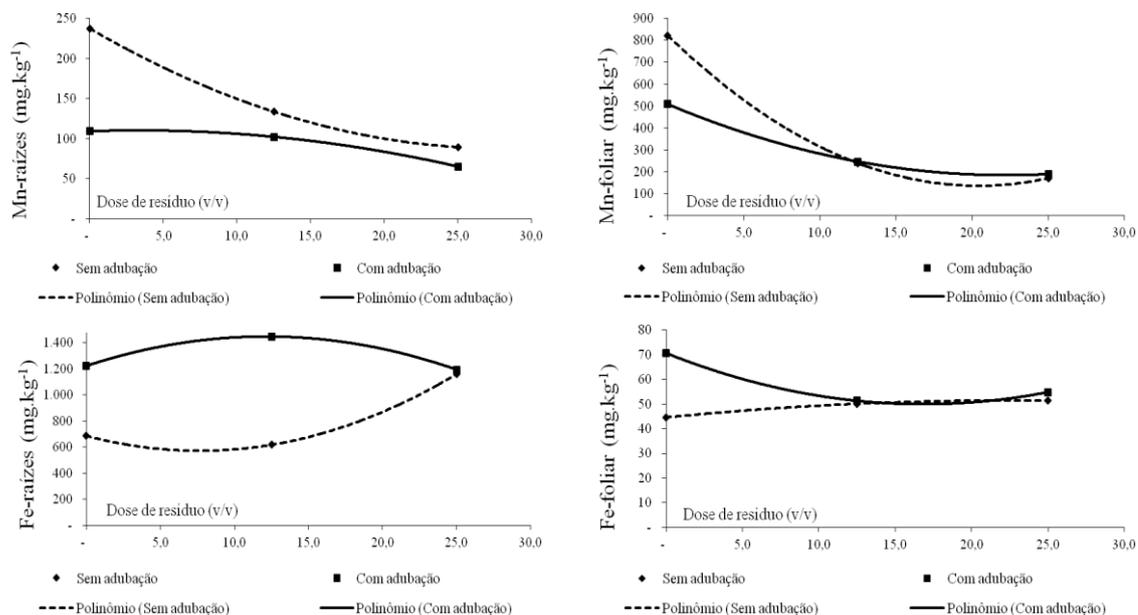


Figura 2. Teores de manganês e ferro analisados nas folhas e raízes após 120 dias de crescimento.
Figure 2. Manganese and iron analyzed in leaves and roots after 120 days of growth.

Malavolta *et al.* (1997) definiram que, para a obtenção de altas produtividades de *Eucalyptus grandis*, os teores de Mn devem permanecer entre 300 e 400 mg.kg^{-1} . Poggiani *et al.* (1983) encontraram 128 mg.kg^{-1} de Mn para eucaliptos com dois a 6,9 cm de DAP. Esses valores são semelhantes aos encontrados nas folhas para a dose 12,5 v/v e 25 v/v.

Ferro

Os micronutrientes manganês e ferro são encontrados facilmente em teores elevados nos solos do país. Deficiências temporárias podem acontecer, pelo aumento do pH e por interações competitivas entre ferro, manganês, cálcio e magnésio, mas após a expansão do sistema radicular das plantas elas desaparecem (GONÇALVES; VALERI, 2001). O Fe é o micronutriente mais requerido pelas plantas, pois ocorre nos cloroplastos, onde está ligado à ativação e constituição de diversas enzimas e participa da síntese proteica (BATAGLIA, 1991).

O resíduo não influenciou os teores de Fe nas raízes do grupo com adubação, tendo os teores se mantido na faixa de 1.200 mg.kg^{-1} . Mas o aumento da dose favoreceu esse micronutriente no grupo sem NPK. Assim, as diferenças passaram a ser não significativas apenas na dose 25 v/v ($F = 137,86$, $p < 0,01$, da adubação; $F = 34,15$, $p < 0,01$, da interação).

Bataglia (1991) afirma que, em solos ácidos, a disponibilidade de ferro para as plantas é maior do que em solos de pH elevado. Esse efeito não foi verificado neste estudo, uma vez que os teores de Fe raiz não foram influenciados pelo resíduo no grupo com adubo, e no grupo sem adubo houve aumento desses teores. Em futuros trabalhos, é recomendada a verificação do pH da mistura final de solo com o resíduo, que poderá ajudar na elucidação do efeito sobre a disponibilização do ferro.

Outro resultado que reforça o argumento segundo o qual o lodo, mesmo sendo alcalino, não tenha prejudicado a absorção de ferro, foram os teores encontrados nas folhas. Não houve efeito de interação entre resíduo e adubo ($F = 3,00$) e o teste de comparação de médias não detectou diferenças significativas da adubação ($F = 4,99$, $p < 0,05$).

Poggiani *et al.* (1983) mencionam que o eucalipto com DAP entre 2,0 e 6,9 cm possuía teores de ferro foliares de cerca de 76 mg.kg⁻¹. A testemunha com adubação obteve resultado de 70,56 mg.kg⁻¹, semelhante a este parâmetro. Malavolta *et al.* (1997) definiram que, para a obtenção de altas produtividades de *Eucalyptus grandis*, os teores de Fe devem permanecer entre 100 e 140 mg.kg⁻¹. Todos os tratamentos com lodo de papel reciclado apresentaram valores na faixa entre 50 e 70 mg.kg⁻¹, abaixo da quantidade de Fe demandada pelas plantas para um ótimo crescimento.

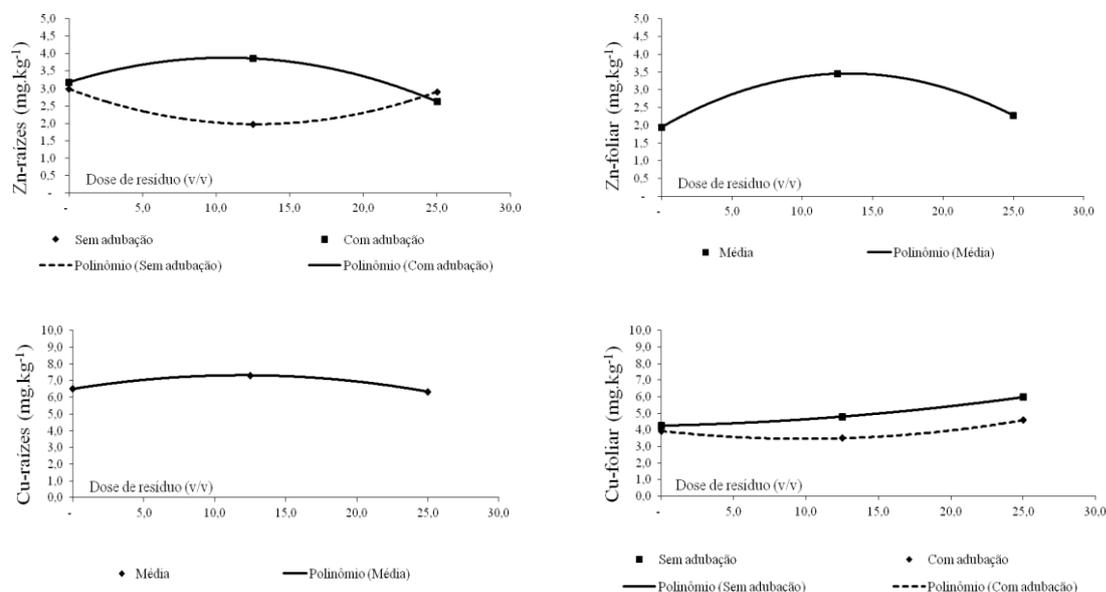


Figura 3. Teores de zinco e cobre analisados nas folhas e raízes após 120 dias de crescimento.
Figure 3. Zinc and copper analyzed in leaves and roots after 120 days of growth.

Zinco

O teor de zinco nas raízes só foi significativamente diferente entre os grupos com e sem adubação na dose 12,5 v/v ($F = 17,48$, $p < 0,01$), tendo sido superior no grupo com NPK. Na dose 25 v/v, entretanto, o grupo sem adubo foi levemente superior, não ocorrendo diferença significativa, mas indicando o efeito da interação entre resíduo e adubo ($F = 21,26$, $p < 0,01$).

A análise do teor de zinco nas folhas, por sua vez, não indicou efeitos nem da adubação ($F = 0,88$) e nem da interação ($F = 1,76$). Os valores permaneceram entre dois e três mg.kg⁻¹ entre doses de resíduo, demonstrando que não houve sua influência nesse micronutriente.

Para Gonçalves e Valeri (2001), não existem muitos relatos sobre a deficiência de zinco em plantações de *Eucalyptus* e de pinus no Brasil, porque a absorção e a assimilação desses micronutrientes são relativamente baixas, ou porque outros nutrientes estejam em níveis mais limitantes.

Dell e Daping (1995) consideram que os teores foliares adequados de Zn para o eucalipto estão entre 40 e 50 mg.kg⁻¹. Malavolta *et al.* (1997) citam os teores de 12 a 17 mg.kg⁻¹ de Zn associados a altas produtividades de *Eucalyptus grandis*. Poggiani *et al.* (1983) relatam que os teores foliares de Zn em eucalipto de 2,0 a 6,9 cm de DAP são de 5 mg.kg⁻¹. Haag *et al.* (1976) mencionam para *Eucalyptus tereticornis* o valor de 5 mg.kg⁻¹ para plantas deficientes em Zn.

Todos os parâmetros de Zn citados são superiores ao encontrado nos presentes testes. Assim, afirma-se que houve o déficit nutricional de Zn das plantas do experimento.

Cobre

O teor de cobre nas raízes permaneceu entre seis e sete mg.kg⁻¹ nas doses, indicando que a disponibilidade desse micronutriente não foi influenciada pelo resíduo. Também, não houve interação com a adubação ($F = 3,01$) e esta, por sua vez, não indicou efeito significativo (0,08).

A análise do teor de cobre nas folhas corrobora o resultado verificado nas raízes, nas doses 0,0 v/v e 12,5 v/v. Não houve efeito da interação ($F = 3,08$), mas o grupo com NPK foi significativamente superior na dose 25 v/v ($F = 26,12$, $p < 0,01$).

Malavolta *et al.* (1997) definiram que, para a obtenção de altas produtividades de *Eucalyptus grandis*, os teores de cobre devem permanecer entre 7 e 10 mg.kg⁻¹. As folhas amostradas não obtiveram esses patamares em nenhum dos tratamentos, indicando haver déficit desse micronutriente para as plantas.

CONCLUSÕES

- Quanto maior a dose do lodo de papel reciclado, menores os teores de manganês nas raízes.
- Em menor intensidade, a adubação em cobertura também prejudicou a disponibilidade de Mn radicular.
- O lodo e a adubação não prejudicaram a disponibilidade de Fe, Zn e Cu pelas plantas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA, C.; CERRI, C. C. Qualidade da matéria orgânica e estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo tratado com biossólido e cultivado com eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 803 - 816, 2005.

ANDRADE, G. C.; SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A. Efeitos da adubação fosfatada e da aplicação de resíduo de celulose no crescimento de *Eucalyptus dunnii*. **Boletim de Pesquisas Florestais**, Colombo, n. 47, p. 43 - 54, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; TÔRRES, A. N. L.; FONSECA, J. A.; TEIXEIRA, J. R.; NESI, C. N. Alteração em características químicas de um solo ácido pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 1, p. 16 - 25, 2006a.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; TÔRRES, A. N. L.; FONSECA, J. A.; TEIXEIRA, J. R. Crescimento e teores de nutrientes em tecido de alface pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel num solo ácido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 1, p. 9 - 15, 2006b.

BATAGLIA, O. C. Ferro. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba, 1991. p. 159 - 172.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 30 de agosto de 2006. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2010.

COSTA, E. R. O. **Alterações químicas no solo e na água de percolação após aplicação de resíduos de fábrica de papel reciclado em *Pinus taeda* L.** 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

COSTA, E. R. O.; RIZZI, N. E.; SILVA, H. D.; MAEDA, S.; LAVORANTI, O. J. Alterações químicas do solo após aplicação de bioossólidos de estação de tratamento de efluentes de fábrica de papel reciclado. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 1 - 10, 2009.

DELL, B.; DAPING, X. Diagnosis of zinc deficiency in seedlings of a tropical eucalypti (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake). **Plant Soil**, v. 176, n. 1, p. 329 - 332, 1995.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. C.; MORO, L. Efecto de la aplicacina de ceniza y resíduos de celulosa em la descomposicion y liberacion de nutrientes de la hojarasca em plantaciones de *Eucalyptus grandis*. **Bosque**, Valdivia, v. 16, n. 1, p. 101 - 104, 1995.

GALBIATTI, J. A.; LUI, J. J.; SABONARO, D. Z.; BUENO, L. F.; SILVA, V. L. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 445 - 455, 2007.

- GONÇALVES, J. L. M.; MORO, L. Uso da cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 48/49, p. 28 - 37, 1995.
- GONÇALVES, J. L. M.; VALERI, S. V. Eucalipto e Pínus. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 600 p.
- HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R.; OLIVEIRA, G. D.; POGGIANI, F.; FERREIRA, C. A. Análise foliar em cinco espécies de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 13, p. 99 - 116, 1976.
- LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; NARIMATSU, K. C. P.; SILVA, M. G. S.; QUEIROZ, H. A. Q. Atributos físico-químicos de um Latossolo do Cerrado brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 163 - 173, 2010.
- LUNARDI NETO, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; MAFRA, A. L.; MEDEIROS, J. C.; ALBERTON, A. Atributos físicos do solo em área de mineração de carvão influenciados pela correção da acidez, adubação orgânica e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1379 - 1388, 2008.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1 - 17, 2007.
- MORO, L.; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da cinza de biomassa florestal sobre a produtividade de povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 48/49, p. 18 - 27, 1995.
- PERECIN, L. Reciclar é preciso. **O papel**. Cataguazes, v. 66, n. 10, p. 56 - 62, 2005.
- POGGIANI, F.; COUTO, H. T. Z.; CORRADINI, L.; FAZZIO, E. C. M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 25, p. 37 - 39, 1983.
- ROCHA, D. Contribuição do tufito, calcário calcítico e dolomítico para o crescimento do *Eucalyptus grandis* na região de Itamarandiba, MG. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n. 28, p. 476 - 478, 1983.
- ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 623 - 639, 2004.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71 - 78, 2002.
- VALERI, S. V.; CORRADINI, L.; AGUIAR, I. B.; SOUZA, E. C. A.; BANZATTO, D. A. Efeitos do fósforo e calcário dolomítico no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden plantado em um Regossolo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 29, p. 55 - 60, 1985.