

Crescimento da rebrota de eucalipto submetido à aplicação de lama cal e cinza de biomassa florestal

Shizuo Maeda⁽¹⁾; Itamar Antonio Bognola⁽²⁾; Anne Luize Sass⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Florestas; Colombo, PR; shizuo.maeda@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Florestas; Colombo, PR; ⁽³⁾ Acadêmica do curso de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal do Paraná.

RESUMO: O uso dos resíduos da indústria de papel e celulose como insumo florestal pode constituir-se numa forma viável de disposição. Estudou-se nesse trabalho o efeito de lama de cal, cinza de biomassa florestal e calcário em propriedades químicas do solo e no crescimento de brotos resultantes da receita de *Eucalyptus dunnii* em Nitossolo háplico distroférico típico. Os tratamentos consistiram das aplicações de lama de cal e cinza, nas relações percentuais, respectivamente, 100+0; 75+25; 50+50; 25+75; 0+100, além de tratamentos sem aplicação de materiais e da aplicação de calcário dolomítico. Aos 18 meses após a receita das árvores avaliaram-se a altura e o diâmetro a altura do peito e o volume cilíndrico do tronco e realizaram-se a análise em propriedades químicas do solo. A aplicação de cinza isoladamente e combinada com lama de cal na proporção 75+25, respectivamente, resultaram em maior crescimento das árvores. Houve melhoria em características químicas do solo relacionadas à fertilidade.

Termos de indexação: adubação, resíduos, fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO

A crescente atividade industrial nas últimas décadas é responsável pela geração de grande quantidade de resíduos de processo. No setor de celulose e papel os resíduos gerados constituem em constante preocupação financeira e ambiental pela necessidade de disposição de forma segura. A opção por dispor tais resíduos em aterros industriais se constitui em alternativa com custos elevados de construção e manutenção (Costa, 2007).

Dentre os resíduos gerados, pelas características químicas e físicas apresentadas pela cinza de biomassa florestal e pela lama de cal, pesquisas para utilização dos mesmos como insumo florestal em regiões em que ocorre a geração desses resíduos têm sido realizadas (Moro & Gonçalves, 1995; Gómez-Rey et al., 2010; Cabral et al., 2008; Jordan & Rodriguez, 2004).

A cinza de biomassa florestal é um resíduo sólido resultante da combustão da madeira para atendimento das demandas energéticas das fábricas em seu funcionamento. Suas características químicas dependem, dentre outros fatores, da matéria prima utilizada (espécie de

planta e compartimento da planta), do uso de aditivos, a aplicação de pré-tratamentos, da tecnologia e da temperatura de combustão e do tempo e das condições de armazenamento (Etiegni & Campbell, 1991; Demeyer et al., 2001). Embora de composição química variável, em geral, a cinza de biomassa florestal possui elevados teores de Ca, K e Mg, teores menores de P (Demeyer et al., 2001) e caráter alcalino (Clapman & Zibilke, 1992).

Por sua vez, a lama de cal é um resíduo gerado no processo de recuperação do licor de cozimento apresentando coloração cinza claro sem odor característico. Em geral, a lama de cal apresenta teor elevado de Ca e poder relativo de neutralização total superior a 90%, o que o qualifica como excelente corretivo da acidez do solo (Bergamin et al., 1994).

As características químicas desses resíduos os qualificam como excelentes insumos para uso em plantios de *Eucalyptus* uma vez que pode se retornar ao sistema parte dos nutrientes extraídos pela colheita da biomassa florestal, mantendo ou corrigindo a fertilidade do solo e a sustentabilidade dos talhões florestais (Vance, 1996).

Em geral, o plantio de espécies florestais é realizado em solos de baixa fertilidade natural. Como a cinza de biomassa possui cátions como K, Ca e Mg, além de P, esse resíduo tem potencial para uso em solos com plantios florestais para repor os nutrientes exportados pela colheita das árvores (Bellote et al., 1998).

Esse trabalho objetivou avaliar o efeito da cinza de biomassa florestal combinada com lama de cal e calcário no desenvolvimento da rebrota de *Eucalyptus dunnii*

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no distrito de Campina da Alegria, município de Vargem Bonita, SC, em outubro de 2010. O clima da região, segundo (Pandolfo et al, 2002), é Mesotérmico Úmido (Cfb), onde a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C. Há excedente hídrico coincidente com os meses de verão e não ocorre deficiência hídrica, havendo riscos de geadas principalmente nos meses de junho e julho.

O solo da área experimental é um Nitossolo Háplico distroférico, típico, A moderado, textura argilosa, fase relevo suave ondulado (Santos et al.,

2006). Os tratamentos foram constituídos de doses de lama de cal combinados com doses de cinza de biomassa de madeira gerada em caldeira, estimados para elevação do pH em água a 5,5 com base no pH SMP, nas seguintes relações percentuais, respectivamente: 0:0; 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100. Foi inserido um tratamento constituído apenas de calcário dolomítico para referência. As quantidades de materiais correspondentes a cada tratamento foram aplicadas uniformemente sobre a superfície de cada parcela experimental sendo, em seguida, realizada a incorporação numa faixa aproximada de 1,0 m de largura e 0,20 m de profundidade pela passagem do “riper”. Esse equipamento comumente, empregado no preparo do solo para plantio florestal, constitui-se de um sulcador/escarificador com uma haste centralizada para sulcamento a cerca de 0,40 m de profundidade e com 2 discos em cada lado, com profundidade de trabalho aproximada de 0,20 m. A aplicação dos materiais experimentais e a incorporação foram realizadas 30 dias antes do plantio das mudas de *Eucalyptus dunnii*, as quais foram obtidas por reprodução assexuada. Com a ocorrência de geadas em maio de 2011 houve necessidade de realizar a recepa a 70 cm do solo e condução de um broto por tronco.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos ao acaso com seis repetições. As parcelas foram constituídas de 4 fileiras com 5 árvores espaçadas em 2,5 x 2,0 m, sendo as 6 árvores centrais constituintes da área útil de cada parcela. O protocolo de adubação básica foi o adotado pela empresa.

As características dos materiais utilizados determinados para o estudo encontram-se mencionados na **Tabela 1**.

Em novembro de 2012 foi realizada uma avaliação biométrica que constou da medição da altura e diâmetro a altura do peito (1,30 m) das árvores e calculado volume cilíndrico do tronco com base nas duas variáveis medidas. Foram coletadas amostras de solo das camadas 0 a 10; 10 a 20 e 20 a 40 cm para determinações do pH em CaCl₂, os teores de Ca, Mg, K, Al, H+Al e P (Silva, 1999), e calculadas a soma de bases, a capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0, a saturação por bases na CTC a pH 7,0 e a relação Ca/Mg.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando significativo ($p \leq 5\%$), as médias das variáveis estudadas foram submetidas ao teste Skott Knott no mesmo nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de cinza de forma isolada e combinada com lama de cal (75%+25%,

respectivamente – tratamento 6) proporcionou os maiores valores de altura, diâmetro a altura do peito e de volume cilíndrico das árvores (**Tabela 2**). A aplicação dos resíduos proporcionou melhorias na fertilidade do solo o que estaria relacionado com a resposta observada. A redução observada na acidez e no teor de Al⁺³ (**Tabela 3**), deve-se ao poder neutralizante da lama de cal, da cinza e do calcário (Demeyer et al., 2001; Lourenço, 1997).

Tabela 1 - Características químicas dos resíduos utilizados no estudo.

Variáveis	Material/resíduos		
	Cinza	Lama de cal	Calcário
pH	10,7	12,9	-*
Ca (g kg ⁻¹)	264,9	376,4	250,0
Mg (g kg ⁻¹)	67,7	0,0	130,0
K (g kg ⁻¹)	119,1	0,0	-
P total (g kg ⁻¹)	62,3	0,0	-
Al (g kg ⁻¹)	146,3	0,0	-
PRNT (%)	18,0	94,0	90,0

*não determinado

Os aumentos observados nos teores de Ca⁺², Mg⁺² e K⁺ resultaram no aumento da soma de bases trocáveis e em sua saturação na capacidade de troca de cátions a pH 7,0. No caso do Ca⁺², em função do maior solubilidade e do maior teor presente em sua composição, a aplicação de 100% de lama de cal resultou em maiores teores, os quais foram reduzindo à medida que diminuiu a participação desse resíduo na composição do tratamento. No caso do Mg⁺², os maiores teores foram observados com a aplicação do calcário dolomítico, seguidos pelos tratamentos com maiores presença de cinza, o que se justifica pela presença de Mg em maior teor na composição do produto (**Tabela 1**). Quanto à razão da relação Ca/Mg, o calcário dolomítico e os tratamentos com maior percentual de cinza (tratamentos 5 – 25% de lama de cal e 75% de cinza e 6 – 100% de cinza) foram os que apresentaram as razões da relação mais próxima da considerada adequada (**Tabela 3**), devendo-se esse resultado à presença de Mg na composição desses materiais **Tabela 1**.

Observaram-se ainda aumentos no teor de P nos tratamentos com presença de cinza, sendo os efeitos tanto mais intenso quanto maior a presença de cinza na composição do tratamento, o que se deve à presença de P na composição desse resíduo (**Tabela 1**), sendo esse resultado consistente com o obtido por Saarsalmi et al. (2006). Essas explicações também são válidas para os aumentos observados nos teores de K⁺.

Como resultado da mobilização do solo realizada com o uso do “riper” associado com a lixiviação de elementos solúveis, conforme também observado por Ludwig et al., (2002), os efeitos dos tratamentos



nas características químicas avaliadas foram observados nas camadas 0 a 10, 10 a 20 e em alguns casos até a camada 20 a 40 cm (**Tabela 3**).

CONCLUSÕES

A aplicação de lama de cal e cinza de biomassa florestal na proporção, respectivamente de 25%+75% e de cinza isoladamente, resultaram em melhor crescimento da rebrota de *Eucalyptus dunnii*.

REFERÊNCIAS

- BELLOTE, A. F. J. et al. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 37, p. 99-106, 1998.
- BERGAMIN, F.N.; ZINI, C.A.; GONZAGA, J.V.; BORTOLAS, A. Resíduo de fábrica de celulose e papel: lixo ou produto? In: Seminário sobre uso de resíduos industriais e urbanos em florestas. 1994, Botucatu. **Anais**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, 1994. p.97-120.
- CABRAL, F.; RIBEIRO, H.M.; HILÁRIO, L.; MACHADO, L.; VASCONCELOS, E. Use of pulp mill inorganic wastes as alternative liming materials. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8294 – 8298, 2008.
- CLAPMAN, W. M.; ZIBILSKA, L.M. Wood-ash as a lime amendment. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 23, p. 1209-1227. 1992.
- COSTA, E. R. de O. **Alterações químicas no solo e na água de percolação após aplicação de resíduos de fábrica de papel reciclado em *Pinus taeda* L.** 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal, Área de Conservação da Natureza) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- DEMEYER, A.; VOUNDI NKANA, J.C.; VERLOO, M.G. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. **Bioresource Technology**, v.77, p. 287-295, 2001.
- ETIÉGNI, L.; CAMPBELL, A.G. Physical and chemical characteristics of wood ash. **Bioresource Technology**, v. 37, p. 173-178. 1991
- GOMEZ-REY, M.X.; MADEIRA, M.; COUTINHO, J.; VASCONCELOS, E. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, p. 134-146. 2010.
- JORDAN, M.; RODRIGUEZ, E. Effect of solid residues from the cellulose industry on plant growth. **Journal of Plant Nutrition**, v. 167, p. 351-356, 2004.
- LOURENÇO, R.S. Curvas de neutralização de solo com lama de cal, comparada com CaCO₃ p.a. e calcário. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 35, p.49-57, jul./dez. 1997
- LUDWIG, B.; RUMPF, S.; MINRUP, M.; MEIWES, K-J.; KHANNA, P.K. Effects of lime and wood ash on soil-solution chemistry, soil chemistry and nutritional status of a pine stand in Northern Germany. **Scandinavian Journal of Forest Research**, v. 17, p. 225-237. 2002.
- MORO, L.; GONÇALVES, J. L. de M. Efeitos da “cinza” de biomassa florestal sobre a produtividade povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. **IPEF**, n. 48/49, p. 18-27, jan./dez. 1995
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-Rom
- SAARSALMI, A.; KUKKOLA, M. MOILANEN, M.; AROLA, M. Long-term effects of ash and N fertilization on stand growth, tree nutrient status and soil chemistry in a scots pine stand. **Forest Ecology and Management**, v.235, p. 116-128, 2006.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. da (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 627 p.
- VANCE, E.D. Land application of Wood-fired and combination boiler ashes: an overview. **Journal of Environmental Quality**, v.25, p. 937-944. 1996.

Tabela 2 - Valores* de altura, diâmetro à altura do peito (dap) e volume cilíndrico (vc) de árvores de *Eucalyptus dunnii* submetidas à aplicação lama de cal, cinza de biomassa florestal e calcário dolomítico em diferentes aos tratamentos: 1 – sem aplicação dos materiais; 2 – 100% de lama de cal; 3, 4 e 5 – 75% + 25%; 50% + 50%, 25% + 75%, respectivamente de lama de cal e cinza de caldeira; 6 – 100% de cinza de caldeira e 7 – 100% calcário dolomítico.

Tratamento	Produto/resíduos			Variáveis biométricas		
	lama de cal	cinza	calcário	altura	dap	vc
	----- % -----			--- m ---	-- cm --	m ³ ha ⁻¹
1	0	0	0	5,50 b	5,36 b	25,04 b
2	100	0	0	5,75 b	5,64 b	29,11 b
3	75	25	0	6,00 b	5,88 b	32,61 b
4	50	50	0	6,00 b	6,02 b	36,26 b
5	25	75	0	6,70 a	6,75 a	48,06 a
6	0	100	0	6,55 a	6,82 a	48,36 a
7	0	0	100	5,74 b	5,44 b	26,82 b
CV - %	-	-	-	5,89	10,08	25,5

* médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott 5%; ** tratamentos

Tabela 3 - Características químicas de camadas do solo submetidos aos tratamentos - trats: 1 – sem aplicação dos materiais; 2 – 100% de lama de cal; 3, 4 e 5 – 75% + 25%; 50% + 50%, 25% + 75%, respectivamente de lama de cal e cinza de caldeira; 6 – 100% de cinza de caldeira e 7 – 100% de calcário dolomítico.

Trats.	0 a 10 cm									
	pH	K	Ca	Mg	Al	CO	P	V	m	Ca/Mg
	CaCl ₂	----- cmol _c dm ⁻³ -----				g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	%	%	-
1	4,15	0,17 b	2,47	0,27 b	2,97	21,25	3,32	18,34	60,08 a	6,45 ab
2	4,87	0,26 b	9,22	0,42 b	0,72	22,32	3,95	62,48	10,48 ab	20,58 a
3	5,15	0,26 b	9,67	0,55 b	0,92	23,52	8,17	54,52	14,19 ab	16,80 ab
4	4,75	0,32 ab	7,42	0,82 b	0,92	24,60	16,10	47,44	14,87 ab	8,40 ab
5	4,70	0,53 ab	6,27	0,80 b	0,70	22,25	17,55	46,25	9,96 b	7,80 ab
6	4,67	0,74 a	5,42	1,02 b	1,27	22,47	36,27	41,48	19,20 ab	5,00 b
7	4,75	0,17 b	4,85	3,60 a	0,35	21,20	3,82	53,85	3,81 b	1,34 b
P	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*
Trats.	10 a 20 cm									
	pH	K	Ca	Mg	Al	CO	P	V	m	Ca/Mg
	CaCl ₂	----- cmol _c dm ⁻³ -----				g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	%	%	-
1	4,02	0,14	0,82	0,15 b	3,4	18,575	1,97	7,19	76,42	5,25 ab
2	4,47	0,17	5,45	0,25 b	1,85	18,95	2,80	32,47	33,11	20,29 a
3	4,25	0,13	3,00	0,32 b	2,28	20,70	2,95	21,25	43,84	8,60 ab
4	4,12	0,25	1,93	0,35 b	2,75	15,80	3,95	16,52	53,38	5,91 ab
5	4,22	0,21	2,40	0,37 b	2,25	17,43	4,30	19,02	45,91	6,39 ab
6	4,15	0,24	1,80	0,50 b	2,53	19,20	2,13	16,68	52,26	3,76 b
7	4,32	0,10	2,23	1,72 a	1,95	17,50	2,78	24,90	36,32	1,36 b
P	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
Trats.	20 a 40 cm									
	pH	K	Ca	Mg	Al	CO	P	V	m	Ca/Mg
	CaCl ₂	----- cmol _c dm ⁻³ -----				g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	%	%	-
1	4,00	0,10 bc	0,46	0,13 b	3,10	15,60	1,40 b	4,90	81,79 a	3,66 b
2	4,32	0,12 abc	3,80	0,20 b	2,07	17,50	1,85 ab	24,98	41,82 b	20,08 a
3	4,17	0,08 c	1,80	0,17 b	2,60	17,22	2,10 ab	13,36	56,62 ab	10,00 ab
4	4,12	0,10 bc	1,25	0,22 b	2,80	14,32	2,32 ab	11,10	64,22 ab	5,87 ab
5	4,23	0,20 ab	2,56	0,37 b	2,26	17,23	5,00 a	20,50	42,00 b	7,00 ab
6	4,10	0,23 a	1,32	0,40 b	2,85	17,70	3,50 ab	12,86	60,80 ab	3,14 b
7	4,225	0,08 c	1,55	1,07 a	2,30	15,10	2,32 ab	19,42	46,72 ab	1,48 b
P	ns	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*	*

* médias seguidas por letras iguais nas colunas, em cada camada, não diferem significativamente entre si (Scott Knott 5%)