



DESEMPENHO DE MUDAS DE *Eucalyptus grancam* APÓS APLICAÇÃO DE CINZA DE BIOMASSA FLORESTAL

PERFORMANCE OF SEEDLINGS OF *Eucalyptus grancam* AFTER APPLICATION OF FOREST BIOMASS ASH

Gabriela Naibo¹; Cristina Gouvêa Redin³; Jonas Guerra⁴; Rodrigo Roani⁵; Jaqueline Gaió Spricigo²; Mauricio Vicente Alves²

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Engenheira Florestal – Unoesc. Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia, Porto Alegre/RS. naibogabriela@gmail.com. Apresentadora do trabalho. ; ²Universidade do Oeste de Santa Catarina, Departamento de Agronomia, Xanxerê, Santa Catarina.; ³ Doutora em Engenharia Florestal – UFSM, Engenheira Florestal – UFSM.; ⁴ Gerente de Contas, Mosaic Fertilizantes. Engenheiro Agrônomo – Unoesc.; ⁵Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Curitiba, Paraná.

INTRODUÇÃO

A região sul do Brasil apresenta uma grande extensão em áreas florestais, gerando assim um grande potencial para as indústrias do setor florestal. Porém, torna-se um problema a quantidade de resíduos gerados e sua destinação correta ao ambiente, sem que os mesmos afetem a qualidade do local onde são descartados.

Estas indústrias geram grande quantidade de resíduos, os quais em sua maioria são aplicados ao solo de forma empírica, tornando-se assim um problema. Porém, quando utilizados de forma adequada podem melhorar a qualidade do mesmo, sendo uma alternativa para potencializar a produtividade e reduzir custos de produção. Outro aspecto relevante é que as plantas de *Eucalyptus*, geralmente são sensíveis a disponibilidade de nutrientes, o que torna importante a instigação da qualidade da fertilidade do solo para o cultivo desta espécie.

Como um dos principais resíduos sólidos destas indústrias a cinza leve de caldeira, tem sido muito utilizada em cultivos florestais e apresenta bons resultados, gerando efeitos positivos na qualidade do solo por suas propriedades químicas (SILVA et al., 2009). A composição das cinzas é muito variável e depende de muitos fatores para a sua qualidade, como a exemplo qual a parte da planta é utilizada para a combustão, a idade da planta e técnicas de armazenagem (HORTA et al., 2010), além da espécie de planta utilizada na fôrnalha que dá origem ao resíduo. Outros fatores que interferem nas características das cinzas são o tipo de solo, biomassa (planta), forma que é realizada a colheita e formas de combustão (MORUJO, 2011).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar os atributos químicos do solo e o desempenho de mudas de *Eucalyptus grancam* após diferentes dosagens de cinza de biomassa florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em casa de vegetação, localizado na Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), campus de Xanxerê, durante os meses de setembro de 2017 a abril de 2018. As plantas passaram por processo de rusticificação, conduzindo uma aclimatação para as plantas nas mesmas condições de plantas cultivadas em povoamentos florestais. O delineamento utilizado no experimento



foi o inteiramente casualizado, com quatro repeticoes e 7 tratamentos. As plantas foram cultivadas por 180 dias em vasos de 35 litros com solo e em casa de vegetacao, com irrigacao controlada, sendo aplicados 16 mm diariamente. Apes coletado, o solo foi homogeneizado, peneirado em malha de 2 mm e analisado quanto as principais propriedades quimicas (Tabela 1), conforme metodologia descrita em Tedesco et al., (1995). Apes analises, realizou-se a recomendacao conforme tabelas do Manual de Calagem e Adubacao (CQFS-RS/SC, 2016) para a cultura do Eucalipto.

A especie utilizada no experimento foi *E. grancam* (hibrido de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh x *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). O solo usado foi um Latossolo Vermelho distrifico (EMBRAPA, 2013), coletado do horizonte B latossolico.

TABELA 1 - Principais atributos quimicos e teor de argila do horizonte B latossolico coletado e utilizado nos vasos para o cultivo das plantas de *Eucalyptus grancam*.

Arg.	pH	P	K	MO	Al	Ca	Mg	CTC	Saturacao Bases
(%)	H ₂ O	---mg dm ⁻³ ---	(%)	(%)	-----cmolc dm ⁻³ -----				(%)
61	5,43	0,55	36,1	2,24	1,70	1,73	0,78	10,9	23,87

Arg: Argila; P: Fosforo; K: Potassio; MO: Matéria Orgânica; Al: Alumínio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; CTC: Capacidade de Troca de Cátions.

A cinza utilizada neste estudo foi proveniente da queima da biomassa florestal de eucalipto, utilizada para gerar energia nas caldeiras da unidade industrial da empresa Celulose Irani S.A. As caracteristicas da cinza estao descritas na Tabela 2. As analises de nitrogênio (N), fosforo (P), potassio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram realizadas por meio de digestao umida conforme descrita em Tedesco et al., (1995). Utilizou-se pesagem de amostra conhecida, misturas de sais e adicao de 2 mL de acido sulfúrico e 1 mL de peróxido de hidrogenio. Foi realizada atraves de uma rampa de aquecimento de 30 minutos para atingir a temperatura de 50°C, sendo mantida por 30 minutos, seguida de a cada 30 minutos aumentavam-se 50 °C até chegar a temperatura de 350°C permanecendo por 60 minutos.

TABELA 2 N- Caracterizacao quimica e matéria seca da cinza leve de biomassa florestal.

MS	N	P	K	Ca	Mg
38	0,46	0,21	3,85	1,35	0,44

MS= Matéria seca; N: Nitrogênio; P: Fosforo; K: Potassio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio.

Os tratamentos (Tabela 3) foram constituídos de diferentes doses de cinza de biomassa florestal, proveniente de industria de celulose e papel, homogeneizada com o solo: Testemunha (sem cinza e adubacao); 100%, 150%, 200% e 400% da dose de cinza indicada na recomendacao; Adubacao Mineral; 100% da dose de cinza indicada na recomendacao + Adubacao Mineral de N e P. Em cada



vaso foi adicionado 30 kg de mistura solo/cinza, que posteriormente foi pesado com o auxílio de uma balança.

Todas as doses foram calculadas com base na análise de solo (Tabela 1) e recomendações para a cultura, buscando expectativa de rendimento de 40m³/ha/ano de madeira. A adubação foi baseada em suprir a necessidade de K da cultura e do solo utilizando como fonte de nutrientes o teor de K da cinza utilizada no experimento. Na adubação mineral utilizou-se 100 kg/ha de Ureia (N) com 45%, 317 kg/ha de Super Fosfato Triplo (SFT) (P₂O₅) com 41% e 150 kg/ha de Cloreto de Potássio (KCl) com 60%, e o no T6 foi 100% da dose de cinza mais o que era recomendado para a cultura e o que possuía de remanescente de nutriente na cinza com 300 kg/ha de Super Fosfato Triplo (SFT) e 88 kg/ha de ureia de acordo com as recomendações técnicas descritas para a cultura de eucalipto pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016).

TABELA 3 - Tratamentos que correspondem à quantidade de cinza de biomassa florestal aplicada.

Tratamento	Dose de cinza (Kg/ha)
T0	0.000
T1	6.152
T2	9.228
T3	12.304
T4	24.608
T5	100 Ureia + 317 SFT + 150 KCl
T6	6.152 + 300 SFT + 88 Ureia

*T0 (testemunha); T1 (100% dose recomendada); T2 (150% dose recomendada); T3 (200% dose recomendada); T4 (400% dose recomendada); T5 (adubação mineral recomendada); T6 (100% dose de cinza recomendada + adubação mineral como fonte de N e P).

Para a avaliação do desenvolvimento das plantas durante a condução do experimento foram medidas altura (m), diâmetro do colo (cm) e número de folhas (un) a cada 30 dias (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias após o plantio), com auxílio de uma régua graduada, trena métrica e paquímetro digital, respectivamente. Aos 180 dias após o plantio realizou-se a limpeza e separação da parte aérea e subterrânea de cada planta, para posterior secagem e pesagem das partes, onde o sistema radicular foi lavado com um jato fraco de água sobre uma peneira, com a finalidade de separar as raízes do solo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram efeitos significativos, realizou-se o Teste de Tukey a 5% de significância. Todas as análises foram realizadas com o ambiente R (R CORE TEAM, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao avaliar a massa seca da raiz, observou-se que o tratamento que apresentou um maior peso após aplicação de cinza de biomassa florestal foi com a dose de 12.304 kg/ha, sendo 62,71 g/planta, porém não diferindo significativamente dos demais tratamentos. Quando se observou os dados de caule, o tratamento que demonstrou uma maior massa seca foi o 1+ N P com 55,33 g/planta, porém também não diferiu significativamente dos demais tratamentos. Ao analisar a massa seca de folha, o tratamento



com a maior massa seca foi o com a dose 6.152 kg/ha com 26,92 g/planta, porém não diferindo significativamente dos demais tratamentos analisados.

TABELA 4 - Análise de massa seca de raiz, caule e folha em função das diferentes doses aos 180 dias de condução do experimento.

Tratamentos	Dose (kg/ha)	Raiz			Caule			Folha		
		g/planta								
T0	0	35,38 ns	25,70 ns	20,59 ns						
T1	6.152	62,47	42,46	26,92						
T2	9.228	61,50	38,22	25,36						
T3	12.304	62,71	39,97	22,44						
T4	24.608	52,04	36,46	16,96						
T5	Ad. Mineral	44,08	39,99	24,28						
T6	1 + N P	74,87	55,33	20,05						
CV (%)		31,30	33,47	23,61						

*Teste F não significativo para todas as variáveis. T0 (testemunha); T1 (100% dose recomendada); T2 (150% dose recomendada); T3 (200% dose recomendada); T4 (400% dose recomendada); T5 (adubação mineral recomendada); T6 (100% dose de cinza recomendada + adubação mineral como fonte de N e P).

Observa-se que na implantação do experimento e aos 30 dias não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. Aos 60 dias de experimento houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o tratamento com melhor desempenho foi com 1 + NP, com 9,31 mm de diâmetro, tendo comportamento repetitivo nas coletas aos 90 e 120 dias diferindo significativamente dos demais tratamentos com doses de cinza (Tabela 5). Porém não diferem dos demais tratamentos 1 + NP e com a dose de 24.608 kg/ha, deixando claro que onde usou-se a maior dose de cinza e os fertilizantes minerais, obteve-se os melhores resultados.

Em estudos semelhantes, utilizando cinza de biomassa florestal, houve incremento de massa seca de parte aérea em pinheiro (MANDRE *et al.*, 2006) e pinus (SOLLA-GULLÓN *et al.*, 2006). No entanto, estudos de Silva *et al.*, (2013); Silva *et al.*, (2009) para eucalipto não observaram aumentos de produção inicial de massa seca, o que também ocorreu neste estudo, onde não houve aumento de MS para as plantas de *Eucalyptus grancom*.

TABELA 5. Análise de diâmetro ao nível do solo (DNS) médio avaliado na implantação, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após ser incorporado cinza de biomassa florestal.

Trat.	Dose (kg/ha)	Dias (cm)						
		0	30	60	90	120	150	180
T0	0	3,21 ns	3,65 ns	4,82 d	7,62 c	10,46 b	12,38 ns	12,74 ns
T1	6.152	3,19 ns	3,63 ns	6,40 bcd	9,76 bc	13,20 ab	14,88 ns	14,53 ns
T2	9.228	3,58 ns	3,77 ns	6,19 cd	9,87 bc	12,46 ab	15,47 ns	15,40 ns
T3	12.304	3,09 ns	3,56 ns	6,51 bcd	9,83 bc	12,18 ab	14,77 ns	14,98 ns
T4	24.608	3,31 ns	3,76 ns	8,43 ab	11,85 ab	13,82 ab	14,67 ns	14,94 ns
T5	Ad. Mineral	3,09 ns	3,68 ns	8,18 abc	10,95 ab	13,27 ab	14,39 ns	13,95 ns
T6	1 + N P	3,27 ns	3,78 ns	9,31 a	12,86 a	15,00 a	16,02 ns	17,27 ns
CV (%)		12,97	9,02	12,88	12,17	12,68	13,73	11,88

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram significativamente no teste de Tukey a 5% de significância. *ns: não significativo.



Na tabela 6, observa-se as análises de altura das plantas de *Eucalyptus grancom* na implantação do experimento, aos 30 dias, 60 dias, 90 dias, 120 dias, 150 dias e 180 dias, após serem submetidas as diferentes doses de cinza que biomassa florestal.

TABELA 6 - Análise de altura média avaliada (centímetros) na implantação, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após ser incorporado cinza de biomassa florestal.

Trat.	Dose (kg/ha)	Dias (cm)						
		0	30	60	90	120	150	180
T0	0	35,75 ns	37,25 ns	49,50 c	69,75 d	84,75 b	95,25 b	99,75 ns
T1	6.152	36,00	39,25	58,75 bc	82,25 cd	97,5 ab	107,75 ab	114,75
T2	9.228	35,00	38,50	58,25 bc	84,25 bcd	98,75 ab	106,00 ab	109,25
T3	12.304	37,50	41,00	67,00 ab	86,50 abcd	102,25 ab	106,25 ab	112,75
T4	24.608	34,75	41,00	78,00 a	95,00 abc	105,5 ab	108,25 ab	109,25
T5	Ad. Min.	33,75	36,00	72,50 ab	103,50 a	121,00 a	136,25 a	122,25
T6	1 + NP	33,50	38,75	79,75 a	102,75 ab	110,75 a	116,75 ab	123,00
CV (%)		7,50	7,57	9,87	9,22	10,21	14,34	13,16

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram significativamente no teste de Tukey a 5% de significância. *ns: não significativo.

Para a análise de altura, observa-se que na implantação do experimento e aos 30 dias não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados sendo similar ao encontrado para diâmetro ao nível do solo (DNS). Aos 60 dias houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo os melhores desempenhos nos tratamentos com as maiores doses de cinza (2 e 4) e os minerais (Ad. Min e 1+ NP). Aos 90 dias o tratamento que teve melhor desempenho em altura foi com Adubação Mineral, com 103,50 cm de altura, diferindo significativamente da testemunha, porém não dos demais tratamentos. Nos 120 dias também, sendo 121,00 cm e com a dose 1 + NP, com 110,75 cm de altura, ambos diferindo significativamente da testemunha, porém não das demais doses de cinza.

Para os 150 dias houve diferenças significativa do tratamento com Adubação Mineral perante a testemunha, porém não aos demais tratamentos, sendo 136,25 cm de altura. Já aos 180 dias não houve diferença significativa entre os tratamentos testados já que observa-se uma estabilização das plantas devido as condições em que estavam submetidas no experimento.

Segundo Vogel *et al.* (2013), utilizando 15 mg ha⁻¹, de cinza a produção de plantas de *Acacia mearnsii* com 12 meses de idade foi 63,0% superior do que em comparação a testemunha, o mesmo ocorre em estudo realizado por Moro; Gonçalves (1995), para *Eucalyptus grandis* aos 79 meses de idade, em Latossolo Vermelho Amarelo no Estado de São Paulo, verificaram que com a aplicação de 21 mg ha⁻¹ de cinza, resultou em 49% de ganho em relação a testemunha.

Morais, Bragion e Silva (2014) avaliaram o uso de cinza na forma de solução, com concentração de 5% de cinza de eucalipto. As aplicações foram realizadas quinzenalmente e totalizaram cinco aplicações. Os autores concluíram que o emprego da solução aumentou o diâmetro de mudas de café Catuaí Vermelho IAC 144 quando aplicada tanto no solo como por via foliar.



Os estudos com cinzas de biomassa florestal em espécies florestais são incipientes, por este motivo a dificuldade em se encontrar na literatura estudos que possam ser comparados com o realizado neste experimento.

CONCLUSÕES

Os melhores resultados de diâmetro ao nível do solo, altura e número de folhas, foram obtidos no período de 60 e 120 dias. No tratamento onde não foi utilizado cinza e nem adubação mineral obtiveram os piores valores em diâmetro ao nível do solo, altura e número de folhas. Para o melhor desenvolvimento da cultura do eucalipto a aplicação de 6.152 kg/ha, ou seja, 100% a dose recomendada de cinza + N e P foi a que apresentou os melhores resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Celulose Irani S.A., por conceder o material necessário para a execução deste estudo, bem como o apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 3 ed. p. 353, 2013.

HORTA, C.; LUPI, S.; ANJOS, O.; ALMEIDA, J. Avaliação do potencial fertilizante de dois resíduos da indústria florestal. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 147-159, 2010.

MANDRE, M.; PARN, H.; OTS, K. Short-term effects of wood ash on the soil and the lignin concentration and growth of *Pinus sylvestris* L. **Forest Ecology and Management**, v. 223, p.349 – 357, 2006.

MORAIS, P. I. C.; BRAGION, M. L. L.; SILVA, S. Efeito de cinza de eucalipto no diâmetro de mudas de *Coffea arabica*. **Revista da Estatística UFOP**, v. 3, n. 3, p. 397-400, 2014.

MORO, L.; GONÇALVES, J. L. de M. **Uso da cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e a avaliação financeira**. IPEF, n 49/49, p. 18-27, 1995.

MORUJO, A. F. V. **Estudo da utilização de cinzas de biomassa (volantes e de fundo) na remoção de fosfatos**. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2011.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em<<http://www.Rproject.org/>>.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; COSTA, A. da. Uso da cinza da combustão de biomassa florestal como corretivo de acidez e fertilidade de um Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 3, p. 304-313, 2013.

SILVA, F. R. da; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; MARANGONI, J. M. Cinza de biomassa florestal: alterações nos atributos de solos ácidos do planalto catarinense e em plantas de eucalipto. **Scientia Agraria**, v.10, n.6, p. 475-482, 2009.



SOLLA-GULLÓN, F. et al. Nutritional status and growth of a young *Pseudotsuga menziesii* plantation in a temperate region after application of wood-bark ash. **Forest Ecology and Management**, v.237, p.312–321, 2006.