

Incubação de amostras de um Latossolo Vermelho com doses de cinzas de Eucalipto

Geraldo Evangelista dos Reis Junior^{1*}; Luiz Antônio Zanão Júnior¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, curso de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}geraldoreis94@hotmail.com

Resumo: Por ser um recurso barato e apresentar elementos químicos desejáveis para o solo, a cinza surge como um possível insumo para uso na agricultura, contudo, é utilizada sem embasamento técnico, devido ao baixo número de estudos relacionados com o tema. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de doses de cinzas obtidas de eucalipto, que são descartadas por cooperativas e empresas agrícolas que possuem secador de grãos, sobre propriedades químicas do solo. O solo avaliado representa o da região Oeste do Paraná. O experimento foi realizado na cidade de Cascavel, no período de agosto a setembro de 2018. Os tratamentos avaliados foram cinco doses de cinzas: 0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹, com quatro repetições, utilizando o delineamento inteiramente casualizado. Amostras do solo foram incubadas com as doses de cinza por 45 dias. Após esse período foram avaliados o pH em CaCl₂ e os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, manganês, ferro e zinco. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão com auxílio do programa estatístico Assistat. Com exceção do ferro e cobre, todos os demais nutrientes apresentaram aumento de concentração com o aumento da dose das cinzas aplicadas. Além disso, as cinzas de eucalipto apresentaram efeito corretivo de acidez pois elevaram o pH do solo.

Palavras-chave: acidez, eucalipto, nutrientes.

Incubation of samples of a Red Latosol with ash doses of Eucalyptus

Abstract: Because it is a cheap resource and presents desirable soil chemical elements, ash appears as a possible input for use in agriculture, however, it is used without technical base due to the low number of studies related to the subject. The objective of this work was to evaluate the effect of ash doses obtained from eucalyptus, which are discarded by cooperatives and agricultural companies that have grain driers, on soil chemical properties. The soil evaluated represents the western region of Paraná. The treatments were five ash doses: 0, 5, 10, 15 and 20 t ha⁻¹, with four replications, using a completely randomized design. The experiment was carried out in the city of Cascavel, from August to September of 2018. Soil samples were incubated with the gray doses for 45 days. After this period the pH in CaCl₂ and the phosphorus, potassium, calcium, magnesium, copper, manganese, iron and zinc contents were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and regression using the Assistat statistical program. With the exception of iron and copper, all other nutrients showed an increase in concentration with the increase of the applied ash dose. In addition, the eucalypt ashes presented a corrective effect of acidity because they raised the pH of the soil.

Key words: acidity, eucalyptus, nutrient.

Introdução

O eucalipto tem sua origem na Austrália, Indonésia e outras ilhas da Oceania, sendo uma espécie exótica no Brasil. Em 2016 tivemos aproximadamente 5.7 milhões de hectares plantados no país, liderando o ranking global de produtividade florestal, atingindo uma média de 35,7 m³ ha⁻¹ por ano (IBÁ, 2017). Segundo Bellote *et al.* (1980) uma árvore com sete anos de idade exporta do solo 386,92 g de Ca; 260,14 g de N; 177,43 g de K; 106,11 g de S; 85,47 g de Mg e 20,18 g de P. Assim, espera-se o retorno de tais nutrientes pela utilização de cinzas.

A utilização de cinzas para adubar e/ou corrigir o solo é realizada de forma imprecisa, utilizando doses desconhecidas, podendo trazer benefícios se aplicado na dose adequada ou acarretando um desequilíbrio nutricional, se em excesso. Porém, ao buscar a dose ideal, há

dificuldade em encontrá-la, devido ao baixo número de pesquisas relacionadas com esse tema, assim, o uso de cinzas para adubação se restringe ao conhecimento comum.

A cinza tem origem a partir da queima do eucalipto principalmente por cooperativas e empresas da área agrônômica na região Oeste do Paraná, sendo utilizado atualmente apenas para a produção de cimento. Em 2016 foram gerados aproximadamente 0,705 milhões de toneladas de cinza no Brasil (IBÁ, 2017). O cálcio está presente na cinza na forma de CaO (cal viva), que lhe confere características de ação alcalina, podendo ser aproveitada como corretivo da acidez do solo (CAMPANHARO *et al.*, 2008).

Segundo Darolt e Osaki (1991), o poder relativo de neutralização total da cinza tem média de 43 %. Esse valor baixo, comparando com o calcário, se dá porque tem partículas mais grossas, necessitando de mais tempo para reagir no solo. Mas ao utilizá-la sem nenhum critério podemos prejudicar a fertilidade do solo, pois para Darolt e Osaki (1991) essa cinza tem relação Ca/Mg superior a 3. Orlando *et al.* (1996) alertam que não estiver balanceada, pode-se prejudicar a absorção desses dois elementos.

O Latossolo Vermelho distroférrico, é um solo velho, intemperizado, com fertilidade variável, mostrando-se um solo ácido, presente em 19.585,88 km² do estado do Paraná (SANTOS *et al.*, 2007). Por ser um solo consideravelmente ácido, em geral apresentam toxicidade de alumínio e de manganês, e se associadas às deficiências de cálcio, magnésio e fósforo, comprometem o enraizamento, logo diminuem a absorção de água e nutrientes, levando a uma produção defasada (WEIRICH *et al.*, 2000).

Segundo Gonçalves e Moro (1995), o solo não pode ser considerado um depósito permanente de nutrientes, pois as plantas extraem e exportam nutrientes a cada safra, além de serem lixiviados, cabendo a reposição dos componentes extraídos, e como qualquer solo agricultável deve ser manejado corretamente, suprimindo suas necessidades químicas, e atentando às físicas. A forma mais utilizada para repor tais nutrientes são os fertilizantes comerciais, possuindo várias formulações, cabendo ao engenheiro agrônomo responsável, interpretar a análise do solo, calcular as necessidades e recomendar as quantidades apropriadas. A questão é que estes insumos totalizam de 15 a 25 % dos custos de produção (TRANI; TRANI, 2011). Se esses gastos forem reduzidos, pode-se aumentar a lucratividade do produtor.

Neste contexto a cinza de eucalipto apresenta-se como uma alternativa ao produtor, repondo nutrientes, contribuindo para uma alta na produtividade das culturas e reduzindo custos com fertilizantes minerais (SANTOS, 2012). Dessa maneira, objetivou-se neste trabalho avaliar a quantidade de fósforo, potássio e micronutrientes que a cinza oriunda de eucalipto disponibiliza ao solo e sua capacidade de regular pH do mesmo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na cidade de Cascavel, situada no estado do Paraná, latitude 24° 57' 21" S e longitude 53° 27' 19" W, conduzido no período de agosto a setembro de 2018.

Para o experimento foram coletadas amostras de um Latossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa, na profundidade de 0-20 cm e seus atributos químicos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química dos solos utilizados no teste de incubação.

pH (CaCl ₂)	C g dm ⁻³	K -----	Ca -----	Mg cmol _c dm ⁻³	Al -----	H+Al -----	V %	P mg dm ⁻³
4,15	21,06	0,30	1,98	1,08	1,10	12,36	21,41	3,19

Extrator: P e K (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol L⁻¹).

Os tratamentos avaliados foram cinco doses de cinzas: 0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹, com quatro repetições, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC).

A cinza utilizada no experimento foi obtida de empresa que utiliza da madeira de eucalipto para combustão e secagem de grãos.

O solo foi coletado, destorroado e seco em estufa de circulação forçada. Posteriormente as amostras secas do solo foram passadas por uma peneira de 2 mm. Foram pesadas amostras de 500 g de solo e colocadas em potes plásticos com capacidade para 0,8 dm³. As cinzas foram pesadas nas quantidades para os respectivos tratamentos e adicionadas ao solo e homogeneizadas.

Após a homogeneização foi adicionada água destilada em quantidades iguais em cada recipiente, de acordo com a capacidade de retenção de água do solo. A umidade foi mantida próxima à capacidade de campo por 45 dias.

Depois do período de incubação, o solo foi seco, peneirado e encaminhado para realização das análises químicas. Foram determinados pH em CaCl₂ e os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo metodologia descrita por Embrapa.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão com auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentados os valores de pH em CaCl_2 e os teores de macro e micronutrientes do solo para as cinco doses de cinzas de eucalipto avaliadas.

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes no solo após aplicação de doses crescentes de cinza de eucalipto.

Dose de cinzas	Macronutrientes ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)			
	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
0 t ha^{-1}	3,19±0,35	0,30±0,01	1,98±0,08	1,08±0,01
5 t ha^{-1}	6,15±0,28	0,75±0,05	5,21±0,17	1,74±0,04
10 t ha^{-1}	9,53±0,39	1,17±0,03	7,38±0,57	2,15±0,11
15 t ha^{-1}	13,99±0,37	1,65±0,05	9,08±0,40	2,25±0,08
20 t ha^{-1}	15,81±1,09	2,25±0,06	10,15±0,92	2,20±0,19

Tratamentos	Micronutrientes			
	Ferro	Manganês	Cobre	Zinco
0 t ha^{-1}	43,12±0,96	29,10±2,27	7,70±0,14	2,05±0,06
5 t ha^{-1}	33,27±4,65	37,67±20,37	6,60±0,14	1,82±0,05
10 t ha^{-1}	35,37±11,06	69,35±29,98	5,85±0,62	1,77±0,10
15 t ha^{-1}	22,65±0,92	45,92±8,61	4,47±0,15	1,9±0,12
20 t ha^{-1}	26,35±7,67	87,75±33,00	4,70±0,77	2,17±0,10

As doses de cinzas causaram diferença estatística entre as concentrações de fósforo e potássio no solo, sendo possível o estabelecimento de uma relação diretamente proporcional entre ambos fatores, isto é, quanto maior a dose de cinza adicionada, maior também foi a concentração desses dois macronutrientes no solo.

O fósforo e o potássio são os nutrientes mais aplicados nas adubações, juntamente com o nitrogênio. O fósforo desempenha papel principal no desenvolvimento das plântulas, sendo essencial para a formação do sistema radicular e perfilhamento, passando a sua deficiência a limitar a capacidade produtiva. O potássio também influencia na produtividade de espécies ou cultivares e no controle de evapotranspiração vegetal pela abertura e fechamento dos estômatos (KROLOW *et al.*, 2004).

Para os macronutrientes secundários cálcio e magnésio e o micronutriente manganês, a adição de doses crescentes de cinzas também provocaram aumento dos teores desses elementos. Relações com proporções crescentes entre cálcio e magnésio tendem a aumentar o teor de cálcio na capacidade de troca catiônica do solo, e reduzir os de magnésio, causando desbalanceamento desses nutrientes no solo (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2013).

O cálcio e magnésio são elementos amplamente utilizados para a correção da acidez do solo, por meio da calagem (CaCO_3 e MgCO_3), levando em consideração a relação Ca:Mg do solo, visto que essa relação contribui de forma relevante para o aumento da produtividade das

forrageiras em virtude de melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FREIRIA *et al.*, 2008).

Na Figura 1 são apresentados os valores médios de pH em CaCl_2 após a aplicação das doses de cinzas, bem como sua regressão.

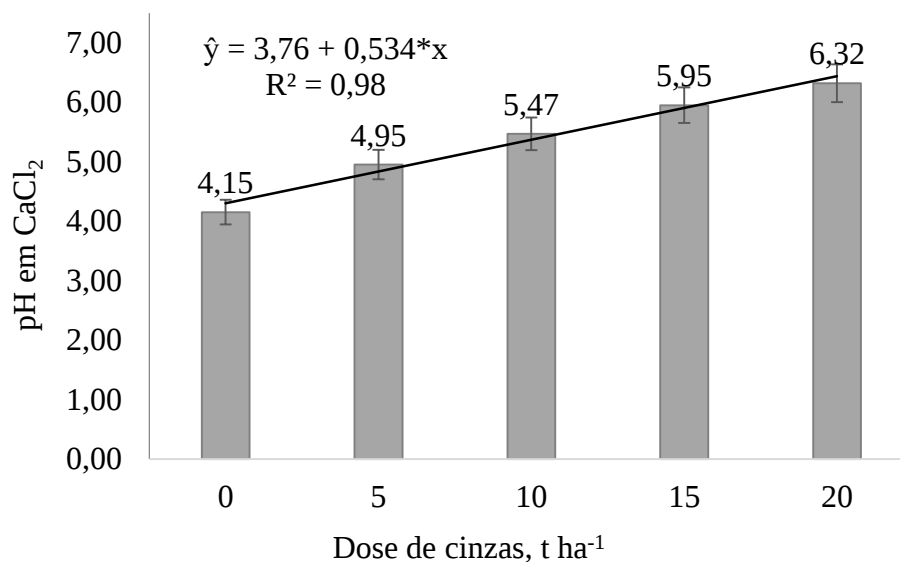


Figura 1. Valores de pH em CaCl_2 dos tratamentos com regressão linear.

Com relação ao pH do solo, ficou evidente que quantidades maiores de cinzas proporcionaram valores de pH mais altos e com concentrações de Ca e Mg maiores também, corroborando com os resultados Freiria *et al.* (2008). A regressão linear utilizada para representar a relação entre as doses de cinzas e pH apresentou alto coeficiente de determinação (Figura 1).

Os micronutrientes (Tabela 1) ferro e cobre apresentaram um comportamento inversamente proporcional aos tratamentos, ou seja, quanto maior a dose de cinza adicionada menores foram as concentrações desses elementos no solo. Possivelmente a principal fonte desses elementos é a rocha matriz de formação do solo ao invés da cinza de eucalipto. O zinco não apresentou um comportamento característico ao relatado na literatura.

Bonfim-Silva *et al.* (2015) estudaram parâmetros fitométricos de algodoeiro plantado em Latossolo Vermelho com doses de cinza vegetal (0, 3, 6, 9, 12 e 15 g dm⁻³) proveniente de lenha de caldeira. De acordo com as regressões realizadas pelos autores, doses entre 9 e 12 g dm⁻³ proporcionaram as maiores alturas de plantas, diâmetro do caule e massa seca do algodoeiro.

Prado *et al.* (2003) avaliaram o efeito da cinza vegetal em substrato de mudas de goiabeira e relataram influência significativa e positiva na altura de plantas com a aplicação da cinza.

Bonfim-Silva *et al.* (2011) estudaram a resposta da *Crotalaria juncea* a diferentes doses de cinza e também observaram que a quantidade de cinza influencia significativamente no desenvolvimento das plantas, reduzindo a altura da parte aérea tanto no excesso quanto na falta dos nutrientes.

Na Tabela 3 são apresentadas as equações de regressão seguidas de seus coeficientes de determinação (R^2) para todos os nutrientes. Os R^2 foram elevados, o que significa que os modelos explicam ou se ajustam bem aos comportamentos analisados. Com exceção do magnésio e do zinco, que foram melhor representados por modelos quadráticos, os demais nutrientes foram melhores ajustados por modelos lineares na análise de regressão. Na regressão linear, os teores de Fe e Cu ajustaram-se ao modelo linear negativo, ou seja, quanto maior a dose de cinzas aplicadas, menores os teores desses dois nutrientes. Meima et al (1999) verificaram que houve complexação de Cu com carbono orgânico presente em cinzas em lixiviados de cinzas de fundo de incinerador de resíduos sólidos municipais e de resíduos sólidos urbanos.

Tabela 3. Regressões seguidas de seus coeficientes de determinação (R^2) para todos os nutrientes estudados.

Nutrientes	Equações da análise de regressão	R^2
Fósforo	$\hat{y} = 3,118 + 0,6616*x$	0,99
Potássio	$\hat{y} = 0,264 + 0,096*x$	0,99
Cálcio	$\hat{y} = 2,721 + 0,404*x$	0,96
Magnésio	$\hat{y} = 1,0869 + 0,1539x - 0,0049*x^2$	0,99
Ferro	$y = 40,984 - 2,511*x$	0,76
Manganês	$\hat{y} = 28,85 + 2,511*x$	0,68
Cobre	$\hat{y} = 7,49 - 0,1626*x$	0,92
Zinco	$\hat{y} = 2,0466 + 0,061x - 0,0034*x^2$	0,99

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

Conclusão

Com exceção do ferro e cobre, todos os demais nutrientes apresentaram aumento de concentração com o aumento da dose das cinzas aplicadas. Além disso, as cinzas de eucalypto apresentaram efeito corretivo de acidez pois elevaram o pH do solo.

Referências

BELLOTE, A. F. J. BELLOTE, A.F.J.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.DE.. **Extração e exportação de nutriente pelo Eucalyptus grandis hill ex- maiden em função da idade: 2 - micronutrientes.** IPEF, Piracicaba, n.20, p. 27-45, 1980.

BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, G. M. G.; PEREIRA, M. T. J.; SILVA, T. J. A. Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Enciclopédia biosfera**, v.11 n.21; p. 2015.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L.; POLIZEL, A. C. Desenvolvimento e Produção de *Crotalaria Juncea* Adubada com Cinza Vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n.13, p. 371-379, 2011.

CAMPANHARO, M.; MONNERAT, P.H.; RIBEIRO, G.; PINHO, L.G. DA R. **Utilização de cinzas de madeira como corretivo de solo**. FertBio, 2008. Disponível em : <http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B0111F796-D227-4C3C-B984-9746DC3135C7%7D_61_1.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2018.

FREIRIA, A. C.; MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.2, p.285-291, 2008.

GONÇALVES, J. L. M.; MORO, L. **uso da "cinza" de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de eucalyptus grandis**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr48-49/cap04.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

GUIMARÃES JÚNIOR, M. P. A.; SANTOS, A. C. dos; ARAÚJO, A. dos S.; OLIVEIRA, L. B. T. de; RODRIGUES, M. O. D.; MARTINS, A. D. Relação Ca:Mg do corretivo da acidez do solo e as características agrônômicas de plantas forrageiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.460-471, 2013.

INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ, 2017, **Relatório anual da IBÁ 2017**, ano base 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, C. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. Efeito do fósforo e do potássio sobre o desenvolvimento e a nodulação de três leguminosas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2224-2230, 2004.

MEIMA, J.A.; ZOMEREN, A.; COMANS, R.N.J. Complexation of Cu with dissolved organic carbon in municipal solid waste incinerator bottom ash leachates, **Environmental Science & Technology**, v. 3, n. 9, p 1424-1429, 1999.

ORLANDO FILHO, J.O.; BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO, Q.A.C.; BEAUCLAIR, E.G.F. Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. STAB, v.14, n.5, p.13-17, 1996.

OSAKI, F.; DAROLT, M. R. **Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba**. p. 205, 1991. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, UFPR, Curitiba, 1991.

PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. M.; PEREIRA, L.; CINTRA, A. C. O. e NATALES, W.; Cinza da indústria de cerâmica na produção de mudas de goiabeira, efeito no crescimento e na produção de matéria seca. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.78, n.1, 2003.

SANTOS, C. C. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins Marandu e Xaraés**. p. 127, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2012.

SANTOS, G.; *et al.* **Revisão e atualização do mapa de solos**. p. 9-47, 2008.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data**. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

TRANI, P.; TRANI, A. L. **Fertilizantes: Cálculo de Fórmulas Comerciais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. p.29, (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 208) Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/boletimtecnicoIAC-208.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2018.

WEIRICH NETO, P. H. N.; CAIRES, E. F.; JUSTINO, A.; DIAS, J.. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciências agrárias**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 257-261, 2000.