

CALCÁRIO E SILICATO APLICADOS EM EUCALIPTO: EFEITO NO SOLO E NA PLANTA

LIME AND SILICATE APPLIED IN EUCALYPT: EFFECT ON SOIL AND PLANT

Juliana Cristina da SILVA¹; Lísias COELHO²

1. Mestranda em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. ju_cristinna@yahoo.com.br ; 2. Professor, Doutor, ICIAG - UFU, Uberlândia, MG, Brasil.

RESUMO: A escória siderúrgica, constituída de silicato de cálcio é uma alternativa para a correção da necessidade de Ca e Mg dos solos. O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Floresta do Lobo - Uberlândia-MG para avaliar os efeitos da aplicação de escória como fonte de Si, Ca e Mg no crescimento do eucalipto em comparação à calagem. O experimento foi instalado em LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico, em 30/11/2005, em DIC, em esquema fatorial 5x2 para a comparação de duas fontes de corretivos de acidez, com cinco doses e cinco repetições. Os tratamentos referentes às doses de escória e calcário foram aplicados nas proporções 0, 1/4, 1/2, 1 (1,5 t ha⁻¹) e 2 vezes a necessidade corretivo. A escória proporcionou maior fornecimento de Si quando comparada com o calcário, apresentando comportamento linear. Quanto ao teor de Mg, esse foi fornecido em maior quantidade pelo calcário dolomítico. Analisando o teor de Ca e o DAP observa-se que não houve diferença significativa entre as fontes, sendo que ambos apresentaram comportamento linear. Os corretivos aumentaram o teor de Ca, Mg e DAP.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus*. Silício. Escória de siderurgia.

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, teve sua introdução no Brasil em 1825, mas apenas em 1966 com os incentivos fiscais para o reflorestamento (que duraram 24 anos) houve um salto na produção do eucalipto (SCARPINELLA, 2002). O interesse do Brasil é devido a existência de dezenas de espécies adaptáveis às diferentes regiões e destacado uso para fabricação de celulose, que representa a sua maior destinação no país e no mundo. Aliado a isso, o País detém uma das maiores produtividades e uma das menores idades de rotação das plantações (ALFENAS et al., 2004; FERREIRA; MILANI, 2002).

A correção da acidez é necessária para melhoria do desenvolvimento radicular das plantas. Os silicatos comportam-se de maneira similar aos carbonatos no solo, sendo capazes de elevar o pH, neutralizando o Al trocável e outros elementos tóxicos (ALCARDE, 1992). A escória siderúrgica vem se revelando como corretivo de acidez do solo e como fonte de Ca e Si para as plantas, por possuir em sua composição alta concentração de silicatos de Ca e Mg (KORNDÖRFER et al., 2002). Como material corretivo, a escória siderúrgica pode apresentar efeito residual, beneficiando culturas de ciclo longo (PRADO et al., 2003).

O silício, fornecido pela escória, é um elemento benéfico às plantas. Segundo Epstein (1994) e Marschner (1995) a aplicação de silício nas plantas está relacionada principalmente ao aumento do crescimento e da produção vegetal através de

várias ações indiretas, deixando as folhas mais eretas, com redução do auto-sombreamento; diminuição do acamamento; proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de ferro, manganês, alumínio e sódio; maior rigidez estrutural dos tecidos; diminuição da incidência de patógenos e aumento na proteção contra herbívoros.

Estudos com Si tiveram início no Japão na década de 60 com os trabalhos de Yoshida et al (1962) e Takahashi (1968) sobre fisiologia e resistência a pragas para o crescimento e a produtividade de gramíneas, o mesmo valendo para legumes e cereais de maior importância econômica. Poucos esforços, entretanto, têm sido dedicados às espécies arbóreas, como é o caso do eucalipto, amplamente difundido nos reflorestamentos pelo Brasil (CARVALHO et al., 2003). Há escassez de informações referentes a esse elemento no eucalipto como: quantidade acumulada nas árvores e exportada pela colheita da madeira, efeitos sobre o crescimento, qualidade do produto e a ocorrência de doenças (SILVEIRA; HIGASHI, 2003).

O estudo do uso de silício na cultura do eucalipto vem sendo realizado com diversos objetivos, como melhoria da tolerância à ação da geada (SANTANA et al., 2007), ataques de insetos (SANTANA et al., 2007; POGETTO et al., 2007) e avaliação do crescimento e nutrição (LEITE, 2008).

Léles et al. (2009), estudando a influência de calcário e escória de aciaria, em experimento em tambores de 60 litros, em Latossolo Vermelho (LV) e Neossolo Quartzarênico (NQ), concluíram que após seis meses de plantio do eucalipto, que a

escória de aciaria é uma alternativa ao uso de calcário, pois proporcionou valores semelhantes de massa seca aos valores proporcionados pelo calcário no LV e resultados superiores no NQ para crescimento inicial.

Objetivou-se nesse trabalho, avaliar os efeitos da aplicação de escória como fonte de silício, cálcio e magnésio no crescimento do eucalipto e no solo quando comparada à calagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Floresta do Lobo, localizada no Km 93 da BR 050, em Uberlândia-MG, o experimento foi instalado em LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico, textura média, em 30/11/2005 (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico como base experimental

Solos	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Al	P	K	Si	H+Al	T	V	m	MO
LVdt	4,5	0,3	0,2	0,8	14,0	25,7	3,9	10,5	10,97	5,20	57	3,8

Si disponível em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ (KORNDÖRFER et al., 2004); Ca, Mg, Al trocáveis = (KCl 1 mol L⁻¹); P, K disponível = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); H+Al = SMP; T= CTC pH 7; V= Saturação por bases; MO= (Walkley-Black), conforme (CFSMG, 1999).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com um clone de eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*), em esquema fatorial 5x2, para a comparação de duas fontes de corretivos de acidez, sendo cinco doses e cinco repetições. As parcelas constituíram-se de três linhas com dez plantas cada, em espaçamento de 2,80x3,20m, com área útil de 71,68m².

Tratos culturais e silviculturais rotineiros, como controle de plantas daninhas, formigas e pragas, bem como fertilização foram realizadas pelos técnicos da Fazenda Floresta do Lobo, de maneira semelhante às demais áreas comerciais.

O cálculo da necessidade de Ca e Mg baseado no uso de calcário foi de 1,5 t ha⁻¹ (RIBEIRO et al., 1999). Foram aplicadas doses crescentes (0, ¼, ½, 1 e 2 vezes a necessidade corretivo) de calcário dolomítico, correspondendo a 0, 0,375, 0,75, 1,5 e 3 t ha⁻¹. A escória (Recmix do Brasil, Timóteo, MG) continha 36% de CaO, 9% de MgO e 23% de SiO₂, enquanto que o calcário apresentava 40% de CaO e 15,7% de MgO (PRNT 85%). Assim, para fornecer a mesma quantidade de cálcio, foi necessário utilizar as doses de escória: 0, 0,42, 0,84, 1,67 e 3,34 t ha⁻¹

O efeito silvicultural dos produtos aplicados no desenvolvimento do eucalipto foi determinado ao final do quarto ano, por meio das medições da circunferência à altura de 1,3 m (CAP) com o uso de fita métrica, estimando a média de diâmetro à altura do peito (DAP).

A amostragem do solo, em junho de 2009, foi feita na fileira central de cada parcela composta por 5 sub-amostras, para determinação dos teores de Ca, Mg e Si. As análises de silício foram feitas de acordo com Konrdörfer et al. (2004) e as de cálcio e magnésio segundo Embrapa (1997).

As variáveis foram analisadas pelo teste F a 5% de probabilidade e regressão em função das doses de corretivos, por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste de F a 5% de significância, as proporções de corretivo utilizadas, interferiram significativamente no teor de cálcio, magnésio e o silício do solo e no DAP. Quanto à fonte utilizada houve diferença significativa para o teor de magnésio e silício. A interação dose x fonte influenciou o teor de silício no solo (Tabela 2).

Tabela 2. Quadrados médios (QM) e Probabilidade (F) da Análise de variância do teor de cálcio,

Fonte da variação	Cálcio		Magnésio		Silício		DAP	
	QM	(F)	QM	(F)	QM	(F)	QM	(F)
Dose	0,4992	(0,0001)*	0,0468	(0,0001)	35,9895	(0,0001)	8,8084	(0,0168)
Fonte	0,0049	(0,7392)	0,0398	(0,0108)	60,0608	(0,0001)	0,1601	(0,8029)
Dose * Fonte	0,0177	(0,8059)	0,0037	(0,6133)	8,0353	(0,0459)	1,8251	(0,5838)
CV (%) =	17,71		6,94		24,83		11,21	

*Probabilidade < 0,05 indica que a fonte de variação é significativa.

Não houve diferença significativa no teor de cálcio no solo para as diferentes fontes de corretivo utilizadas. Assim, as doses crescentes de corretivos proporcionaram um aumento linear nos teores de cálcio no solo (Figura 1A). Leite (2008) ao avaliar o teor de cálcio, após seis meses de plantio do

eucalipto em experimento em tambores de 60 litros, com Latossolo Vermelho (LV) e Neossolo Quartzarênico (NQ), em Botucatu, SP, também não encontrou diferença significativa para o teor de cálcio no solo entre os tratamentos (NPK, escória +NPK e calcário + NPK).

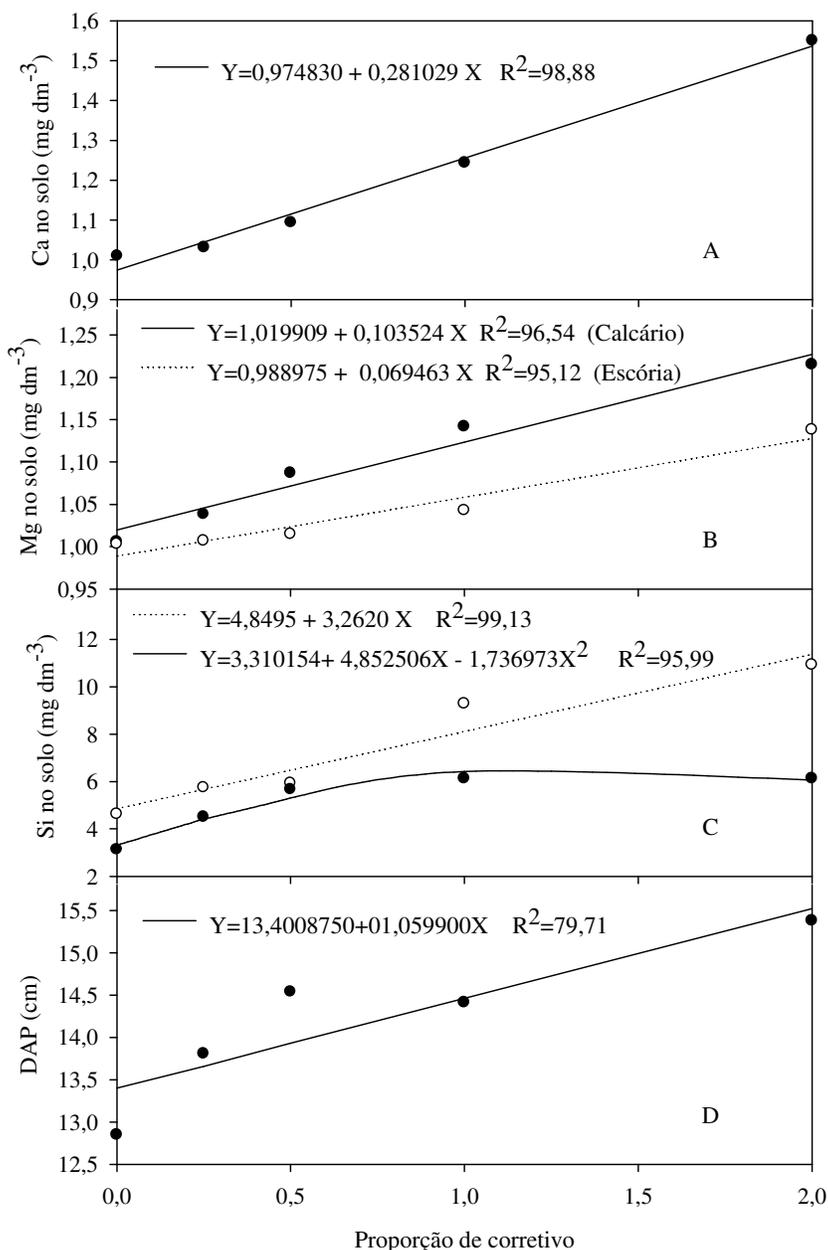


Figura 1. Efeito dos corretivos no teor de (A) cálcio, (B) magnésio, (C) silício do solo e (D) diâmetro do eucalipto aos 4 anos de idade.

As análises de magnésio mostram que houve diferença entre as proporções e as fontes de corretivo aplicadas. Com o aumento das proporções de corretivo foi possível observar o acréscimo dos

teores de magnésio no solo, sendo que o calcário mostrou maior fornecimento desse nutriente. Esse efeito superior do calcário pode ser explicado pelo uso do calcário dolomítico (15,7% MgO), que

fornece maior quantidade de nutriente quando comparado com a escória, que possui em sua composição apenas 9% de MgO (Figura 1B). Leite et al. (2009) encontraram resposta quadrática com relação ao teor de magnésio no solo três meses após o plantio de mudas de eucalipto em tambores plásticos de 60 litros, em dois solos (Latosolo Vermelho Distrófico e Neossolo Quartzarênico), comparando doses crescentes de escória (0, 300, 600, 1200 e 2400 kg ha⁻¹).

Quanto aos teores de silício disponível no solo, as fontes utilizadas diferiram entre si na capacidade de fornecer o elemento para o solo e o silicato de cálcio proporcionou maior fornecimento de silício quando comparado com o calcário (Figura 1C). A escória apresentou um comportamento linear, quanto maior a proporção de corretivo utilizada, maior é o teor desse elemento no solo. Já o calcário apresentou comportamento quadrático em relação às doses de corretivos, e a sua capacidade em promover a disponibilidade de silício no solo, provavelmente é em função da alteração do pH do mesmo.

Verificou-se também que os valores de DAP apresentaram ajuste linear (Figura 1D),

indicando que ambas as fontes de corretivo tem a mesma capacidade de promover aumento no diâmetro à altura do peito. Assim, o aumento das proporções de corretivos resultou em maiores diâmetros a altura do peito. Leite (2008), ao analisar o diâmetro do eucalipto aos 6 meses de idade, obteve diferenças significativas entre as fontes de corretivos utilizadas com adubação NPK, sendo que apenas a testemunha obteve resultados inferiores aos demais tratamentos, provavelmente por não ter recebido a adubação básica de NPK, ao contrário do que ocorreu no presente experimento.

CONCLUSÕES

O teor de cálcio não foi influenciado pela fonte de corretivo, e teve incremento com o aumento das doses de corretivo.

O calcário proporcionou maior fornecimento de magnésio.

O silício foi fornecido em maior quantidade pela escória.

O DAP aumentou com a dose dos corretivos, não sendo influenciado pela fonte do mesmo.

ABSTRACT: Slags, consisting of calcium silicate, are an alternative for the correction of Ca and Mg requirements in soils. This study was done at Fazenda Floresta do Lobo - Uberlândia-MG, to evaluate the effect of slag application as a source of Si, Ca and Mg for the growth of eucalypt in comparison to lime. The experiment was done in a typical dystrophic red latosol, on November 30 2005, in a completely randomized design, as a 5x2 factorial to compare two sources of soil correctives in five doses, with five replications. The treatments of slag and lime were applied in the proportion of 0, ¼, ½, 1 (1.5 t ha⁻¹) and 2 time the corrective requirement. Slag supplied more Si than lime, showing a linear response. In contrast, magnesium was supplied in greater amounts by dolomitic lime. No differences were found for Ca contents and the DBH (diameter at breast height) between the two sources, and both of them had linear responses. It can be concluded that the correctives increased the contents of Ca, Mg and the DBH.

KEYWORDS: *Eucalyptus*. Silicon. Slag.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos:** características e interpretações. São Paulo: ANDA, 1992. 26p. (Boletim Técnico 6).

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto.** Viçosa: UFV, 2004. 442p.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A. E.; CURTI, N.; RESENDE, Á. V. de. Absorção e translocação de silício em mudas de eucalipto cultivadas em Latossolo e Cambissolo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 491-500. 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** Brasília: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 91, n. 1, p. 11-17, 1994.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA/DEX, 2000. 66p.

FERREIRA, F. A.; MILANI, D. **Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil**. Mogi-Guaçu: International Paper, 2002. 104 p.

KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: UFU, 2004. 50 p. (Boletim técnico, v.2).

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicato de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU, 2002. 15p. (Boletim Técnico, 1).

LEITE, R. M. **Efeito da escória de siderurgia na nutrição e desenvolvimento inicial de eucalipto**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

LEITE, R. M., GUERRINI, I. A, FERNANDES, D. M., PIAU, W. C., LÉLES, E. P., GALETTI, G. Efeito de escória de siderurgia em alguns atributos químicos de solos com eucalipto, sob condições de vaso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXXII, 2009, Fortaleza, **Anais...**, Fortaleza: UFC, 2009. CD-ROM.

LÉLES, E. P., LEITE, R. M., GUERRINI, I. A, FERNANDES, D. M., PIAU, W. C. Calcário e escória de aciaria na produção de massa seca de eucalipto, crescimento inicial, em Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXXII, 2009, Fortaleza, **Anais...**, Fortaleza: UFC, 2009. CD-ROM.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. Londres: Academic Press, 1995. 889 p.

POGETTO, M. H. F. A. D., WILCKEN, C. F., LIMA, A. C. V., CHRISTOVAM, R. S. Efeito da aplicação de agrosilício® em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* no desenvolvimento biológico de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, IV, 2007, Botucatu, **Anais...** Botucatu: UNESP, 2007, p. 123-126.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 287-296, 2003.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

SANTANA, D. L. Q., THOMAZ, D. T., RADOMSKI, M. I., DEDECEK, R. A., LINHAR, C. A., CAMARGO, J. M. M. Efeito da aplicação de silício na melhoria da tolerância do *Eucalyptus grandis* à ação da geada e ataque de insetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, IV, 2007, Botucatu, **Anais...** Botucatu: UNESP, 2007, p. 123-126

SCARPINELLA, G. A. Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto. 2002. 182 f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2002/Teses/Disserta%E7%E3o_Scarpinella.pdf>. Acesso em: 20 out. 2009.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N. **Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto**: circular técnica. IPEF, n. 200, p. 01-13, dezembro-2003. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr200.pdf>>. Acesso: 20 set. 2009.

TAKAHASHI, N. **Silica as a nutrient to the rice plant.** Japan Agricultural Research Quarterly, Ibaraki, v. 3, n. 3, p. 14, 1968.

YOSHIDA, S., OHNISHI, Y., KITAGISHI, K. Chemical forms, mobility, and deposition of silicon in the rice plant. **Japan Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Tóquio, v. 8, p. 107-111, 1962.