

EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO APLICADO EM COBERTURA NO CRESCIMENTO DO CAFEIRO (*Coffea arabica* L.) E NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Paulo Henrique Ribeiro¹, Arildo Meireles Fracalossi², José Augusto T. Amaral³, Vitor J. Brum⁴, Edilson R. Schmidt⁵, Izaias S. Bregonci⁶, Ivo Z. Gonçalves⁷, Ruimário I. Coelho⁸

¹UFES/ Acadêmico de Agronomia, CEP 29500-000 - Alegre, ES, phribeiroac@yahoo.com.br

²UFES/ Engº Agr., 29500-000 - Alegre, ES, arildomf@yahoo.com.br

³UFES/Dep. Produção Vegetal, Orientador, CEP 29500-000 - Alegre, ES, jata@cca.ufes.br

⁴EAF-COL, CEP 29709-910 - Colatina, ES, vitor-ms@cca.ufes.br

⁵UFES/CEUNES - CEP 29933415 - São Mateus-ES, edilson@npd.ufes.br

⁶INCAPER, CEP 29500-000 - Alegre, ES, izaias-ms@cca.ufes.br

⁷UFES/ Acadêmico de Agronomia, CEP 29500-000 - Alegre, ES, ivo_ufes@yahoo.com.br

⁸UFES/Dep. Produção Vegetal, CEP 29500-000 - Alegre, ES, ruimario@cca.ufes.br

Resumo – Objetivou-se estudar os efeitos do silicato de cálcio, proveniente de escória de aciaria tipo LD sobre o crescimento de mudas de café e sobre as características químicas do substrato. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Sete dias após o plantio das mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho) com cinco pares de folhas definitivas foram aplicados os tratamentos, constituídos da testemunha absoluta (que não recebeu silicato de cálcio e/ou calcário), e níveis de silicato de cálcio (0, 1, 2, 3 e 4 g de silicato de cálcio por Kg de substrato, com balanceamento dos teores de cálcio e magnésio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 15 repetições de uma planta por vaso contendo 7,76 kg de uma mistura de solo de barranco, classificado como latossolo vermelho amarelo, com areia de rio lavada, na proporção de 50 % (v/v). Transcorridos 270 dias, observou-se que a aplicação de silicato e/ou calcário causou considerável aumento no pH do substrato prejudicando o desenvolvimento das plantas. O crescimento das plantas decresceu com o incremento dos níveis de silicato de cálcio aplicados em cobertura no substrato de cultivo.

Palavras-chave: Café, silicato de cálcio.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

O silício é um dos elementos mais abundantes encontrados na crosta terrestre. Embora não seja considerado essencial, a adubação com silício pode resultar em aumento na produtividade de algumas gramíneas, como é o caso do arroz e cana-de-açúcar (FOX et al., 1967; DATNOFF et al., 1991; ANDERSON et al., 1991).

Os solos de clima tropical, de modo geral, têm baixa disponibilidade desse elemento devido à alta intemperização, que em alguns casos podem apresentar uma quantidade de silício cinco a dez vezes menores que em solos de regiões temperadas (FOY, 1992). Assim, é esperado que os solos de regiões tropicais possam responder à aplicação de silício.

No tecido vegetal o silício tem resultado em benefícios, sendo depositado como sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) em paredes celulares, contribuindo para as propriedades mecânicas das paredes celulares, incluindo rigidez e elasticidade. Parece que o silício também está relacionado à produção de enzimas envolvidas no mecanismo de defesa das plantas, podendo induzir a formação de uma barreira física nas células epidérmicas, protegendo-as contra os patógenos (CHERIF; BELANGER, 1992). É reconhecido que este

elemento influencia a resistência das plantas a ataques de insetos, de nematóides e microorganismos, contribui para o estado nutricional, a transpiração e, possivelmente, em alguns aspectos da eficiência fotossintética, especialmente de gramíneas (FOX et al., 1967; DATNOFF et al., 1991; ANDERSON et al., 1991). A utilização do silício tem sido aparentemente viável no controle de vários patógenos como *Cercospora coffeicola*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora spp* (POZZA et al. 2004; RODRIGUEZ et al., 2001; HUSBY, 1998), bem como de fitonematóides no feijoeiro (DUTRA et al., 2003a), tomateiro (DUTRA et al., 2003 b) e no cafeeiro (DUTRA et al., 2004).

O uso do silicato de cálcio com finalidades agrícolas pode resultar num produto eficiente no controle de pragas e doenças, apresentando baixo custo e de pronto uso. Outros benefícios associados ao uso desse resíduo estão relacionados ao fornecimento de Si, como corretivo da acidez do solo, no fornecimento de Ca, Mg e de micronutrientes, tais como Cu, Fe e Mn.

O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos do uso da escória de aciaria tipo LD, na forma de silicato de cálcio, aplicado em cobertura, sobre o crescimento de mudas de café e sobre as características químicas do solo.

Metodologia

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, Centro de Ciências Agrárias - UFES, situado no município de Alegre-ES. Como fonte de silício foi utilizado o silicato de cálcio (CaSiO_3), proveniente de escória de aciaria tipo LD, finamente moída, contendo 12,9 % de Si, 25,1 % de Ca, 6,3 % de Mg e PRNT de 77,4 %. Foram estabelecidos cinco níveis de silicato de cálcio no solo, aplicados em cobertura, sete dias após o plantio de mudas de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho, Linhagem H-2077-2-5-44).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 6 tratamentos e 15 repetições. Os tratamentos foram constituídos da testemunha absoluta (que não recebeu silicato de cálcio e/ou calcário), e níveis de silicato de cálcio (0, 1, 2, 3 e 4 g de silicato de cálcio por Kg de solo). Os níveis de silicato de cálcio utilizados corresponderam a 0, 2, 4, 6 e 8 t de silicato por hectare. Foram adicionadas diferentes doses de calcário dolomítico (PRNT 96%; 37% de CaO e 13% de MgO), proporcionalmente, nos substratos de cada tratamento, com o objetivo de igualar os teores de cálcio e magnésio presentes em todos os vasos.

Cada parcela constou de uma sacola plástica de polietileno, contendo 7,76 kg de uma mistura de solo de barranco, classificado como latossolo vermelho amarelo, com areia de rio lavada na proporção de 50 % (v/v). Cada sacola contendo substrato recebeu uma muda de café com raízes lavadas, com cinco pares de folhas definitivas.

Os substratos foram mantidos próximos da capacidade de campo, por intermédio de irrigações por aspersão automática, realizada duas vezes ao dia, sendo uma pela manhã e outra à tarde.

As adubações e controle de pragas e doenças foram feitos segundo as recomendações técnicas para a cultura (MATIELLO et al., 2002).

Transcorridos 270 dias após o início dos tratamentos, as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea e sistema radicular. Feito isso as diferentes partes vegetais foram transferidas para estufa de circulação forçada, até peso constante, para a quantificação dos pesos da matéria seca. Os perfis dos substratos de cultivo foram divididos em duas partes, constituindo, respectivamente, metade superior e inferior, para a determinação das características químicas.

Resultados

Os resultados referentes ao peso da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea das mudas de café da testemunha absoluta, bem como nos tratamentos submetidos a níveis de silicato de cálcio aplicados em cobertura encontram-se na figura 1.

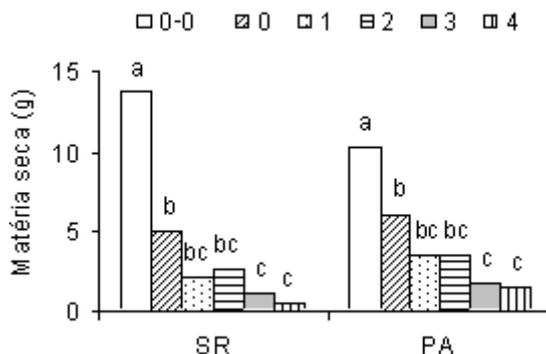


FIGURA 1 – Matéria seca do sistema radicular (SR) e da parte aérea (PA) de mudas de café submetidas a tratamentos com ausência de silicato de cálcio e calcário (0 - 0) ou com níveis de silicato de cálcio (0, 1, 2, 3, e 4 g Kg^{-1} de solo) mantendo-se constantes os níveis de cálcio e magnésio nesses tratamentos. As médias seguidas das mesmas letras localizadas acima das barras, para cada parte das plantas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p = 5\%$).

Os resultados das características químicas (pH, P, K, Na e Mg) dos substratos de crescimento das mudas de café da testemunha absoluta, assim como nos tratamentos submetidos a níveis de silicato de cálcio aplicados em cobertura encontram-se na tabela 1.

TABELA 1 - Características químicas do solo em função dos tratamentos com ausência de silicato de cálcio e calcário (0 - 0) ou com níveis de silicato de cálcio (0, 1, 2, 3, e 4 g Kg^{-1}) mantendo-se constantes os níveis de cálcio e magnésio nesses tratamentos

Trat.	pH	P	K	Na	Mg
		mg dm^{-3}			$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$
0-0	5,5c	35,8a	43,3a	7,3a	0,9a
0	7,0b	37,0a	52,3a	6,5a	1,0a
1	7,3a	42,3a	56,8a	7,5a	1,2a
2	7,3a	42,0a	61,3a	8,0a	1,3a
3	7,3a	34,5a	60,8a	8,5a	1,0a
4	7,2ab	40,5a	63,5a	8,5a	1,1a

As médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p = 5\%$).

Os resultados relativos às características químicas (pH, P, K, Na e Mg) dos substratos de crescimento das mudas de café em função da profundidade do perfil do solo (0 a 14 cm e de 14 a 28 cm) encontram-se na tabela 2. Já os resultados das características químicas (Ca, H+Al e CTC) dos substratos de crescimento das mudas de café da testemunha absoluta, bem como nos tratamentos

submetidos a níveis de silicato de cálcio aplicados em cobertura encontram-se na tabela 3.

TABELA 2 - Características químicas do perfil do solo, em duas profundidades, de 0 a 14 cm (0 – 14) e de 14 a 28 cm (14 – 28), em função dos tratamentos com ausência de silicato de cálcio e calcário (0 - 0) ou com níveis de silicato de cálcio (0, 1, 2, 3, e 4 g Kg⁻¹ de solo) mantendo-se constantes os níveis de cálcio e magnésio nesses tratamentos

Perfil do solo (cm)	pH	P	K	Na	Mg cmol _c dm ⁻³
		mg dm ⁻³			
0 - 14	7,1a	69,3a	53,4b	8,0a	1,2a
14 - 28	6,7a	8,0b	59,2a	7,4a	0,1b

As médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p = 5\%$).

TABELA 3 - Características químicas do perfil do solo, em duas profundidades, de 0 a 14 cm (0 – 14) e de 14 a 28 cm (14 – 28), em função dos tratamentos com ausência de silicato de cálcio e calcário (0 - 0) ou com níveis de silicato de cálcio (0, 1, 2, 3, e 4 g Kg⁻¹ de solo) mantendo-se constantes os níveis de cálcio e magnésio nesses tratamentos

Trat	Ca		H+Al		CTC	
	cmol _c dm ⁻³					
	0-14	14-28	0-14	14-28	0-14	14-28
0-0	1,9 Ab	1,7Aa	3,6Aa	2,3Ba	6,8Aa	4,8Ba
0	2,6 Aab	1,9Ba	1,2Ba	2,3Aa	4,9Aa	5,3Aa
1	3 Aab	1,6Ba	1,2Aa	1,4Aa	5,7Aa	4,2Ba
2	3,3 Aab	2Ba	1,2Aa	1,7Aa	6,2Aa	4,9Ba
3	3,4 Aa	2,1Ba	1,1Aa	1,2Aa	5,7Aa	4,5Ba
4	3 Aab	1,7Ba	1,3Aa	1,9Aa	5,8Aa	4,7Ba

As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p 5\%$).

Discussão

A aplicação em cobertura de silicato de cálcio e/ou calcário reduziu os pesos de matéria seca do sistema radicular e da parte aérea de mudas de café em relação à testemunha absoluta, que não recebeu nenhum desses tratamentos. Essas reduções no crescimento foram mais intensas com o aumento dos níveis de silicato de cálcio aplicados em cobertura (Figura 1).

Os elevados valores de pH nos tratamentos que receberam somente calcário (Trat 0), silicato de cálcio e calcário (Trat 1, 2, e 3) ou apenas silicato de cálcio (Trat 4), em relação à testemunha absoluta (Trat 0 – 0) (Tabela 1), podem ter contribuído para os decréscimos no crescimento

das plantas (Figura 1). Essa elevação do pH ocorreu em todo o perfil, enquanto que os teores de P, Mg (Tabela 2) e Ca (Tabela 3), independentemente dos níveis de silicato de cálcio, foram maiores na metade superior do perfil do substrato de cultivo. Provavelmente, esses elevados valores de pH em todo o perfil do solo (Tabelas 1 e 2) e os altos níveis de cálcio ocorridos na primeira metade do perfil dos substratos que receberam silicato de cálcio e/ou calcário em cobertura (Tabela 3) causaram decréscimos no crescimento das plantas (Figura 1), em decorrência da interferência nos processos de solubilização de outros nutrientes minerais. Sabe-se que altos valores de pH e alta concentração de Ca⁺² interferem nos processos de adsorção e solubilização de macro e micronutrientes na solução do solo. Nessas condições, a precipitação de fósforo e enxofre, pela reação com cálcio, é considerada uma das principais vias para a diminuição da disponibilidade de fósforo e enxofre para as plantas (SAMPLE et al., 1980). Segundo BOLAN et al. (1993) altas relações Ca/Mg e Ca/K podem causar deficiências de magnésio e potássio em situações de pH elevado. Alguns micronutrientes (B, Mn, Zn, Cu e Fe) também têm disponibilidades reduzidas em solos calcínicos. Em pH muito elevado a espécie B(OH)⁻⁴, que possui alta afinidade pelas argilas, aumenta rapidamente, diminuindo a disponibilidade de boro na solução do solo. Ainda, grande parte do boro pode precipitar pela reação com o CaCO₃, sendo esta via predominante quanto maior a concentração de boro em solução (KEREN; BINGHAM, 1995). Em solos com elevado pH, as concentrações de manganês na solução do solo podem chegar a níveis insuficientes às necessidades das plantas (LINDSAY, 1972). Os sintomas de deficiência de ferro, que normalmente ocorrem em condições de pH elevado, é causado pelo excesso de HCO₃⁻ cujas altas concentrações provocam uma imobilização do ferro no interior da planta (MENGEL; GEURTZEN, 1986). Com o aumento do pH, grande parte do cobre é adsorvido, ficando em equilíbrio na solução do solo apenas uma mínima fração do cobre existente (LINDSAY (1972). YASREBI et al. (1994) demonstraram que a quantidade trocável de zinco em solos calcários é bastante baixa, sendo quase que totalmente encontrado em formas insolúveis.

No presente trabalho foram adicionados 29,169; 21,875; 14,588; 7,294 e 0 g de calcário (PRNT 96%; 37% de CaO e 13% de MgO), respectivamente, nos substratos que receberam 0; 7,67; 15,34; 23,01 e 30,68 g de agrosilício, com o objetivo de equilibrar o teor de cálcio presente nos substratos com aquele contido nos substratos que receberam a aplicação de 30,68 g de agrosilício. Com este procedimento, o teor de cálcio aplicado,

oriundo do agrosilício e/ou do calcário, ficou padronizado para 7,70 g por 7,67 Kg de substrato em todos os tratamentos. Os substratos contendo as doses de 7,67g de agrosilício + 21,875 g de calcário; 15,34 g de agrosilício + 14,588 g de calcário; 23,01 g de agrosilício + 7,294 g de calcário; 30,68 g de agrosilício + 0 g de calcário receberam, respectivamente, 0,092; 0,176; 0,261 e 0,345 g de Mg de forma a compensar o teor de magnésio, ficando o teor de magnésio em todos os tratamentos padronizado em 2,278 g por 7,67 g do substrato. Isso explica o porquê do aumento do pH nesses tratamentos (Tabela 1), que certamente causou fixação e imobilização de alguns nutrientes, e conseqüentemente redução no crescimento das plantas (Figura 1).

Conclusão

A aplicação de silicato de cálcio e/ou calcário em cobertura, balanceando os níveis de cálcio e magnésio nesses tratamentos, causa aumentos excessivos no pH dos substratos, prejudicando o desenvolvimento das mudas de café. Ocorrem decréscimos no crescimento das plantas com o incremento dos níveis de silicato de cálcio aplicados em cobertura no substrato.

Referências

- ANDERSON D.L.; SNYDER, G.H.; MARTIN, F.G.. Multi-year response of sugarcane to calcium silicate slag on everglades histosols. **Agron. J**, v.8, p. 870- 874, 1991.
- BOLAN, N. S., J. K. SYERS; M. E. SUMNER. Calcium-induced sulfate adsorption by soils. **Soil Science Society of American Journal**, v.57, p. 691- 696, 1993.
- CHÉRIF, M.; BÉLANGER, R.R. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Phytophthora ultimum* on long English cucumber. **Plant Disease Report**, v. 76, n.10, p.1008-1013, 1992.
- DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; RAID, R.N.; JONES, D.B. Effect of Calcium Silicate on Blast and Brown Spot Intensities and Yields of Rice. **Plant Disease Report**, v.75, p. 729-732, 1991.
- DUTRA, M.R.; LEONEL, C.L; CAMPOS, V.P. **Silício no controle de nematóides em feijoeiro**. Lavras: UFLA, 2003a.
- DUTRA, M.R.; MASSAROTO, J.A.; SCHMIDT, P.A.; MENEZES, M.; CAMPOS, V.P. **Controle alternativo dos nematóides de galhas em tomateiro pela utilização de silicato de cálcio**. Lavras: UFLA, 2003b.
- DUTRA, M.R.; PAIVA, B.R.T.L.; GARCIA, A. L. A.; SILVA, R. V. B.; CAMPOS, V.P. Controle do nematóide *Meloidogyne exigua* em cafeeiro com Produtos Alternativos no Município de Varginha – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

PESQUISAS CAFEEIRAS, 30. São Lourenço. **Anais...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, p. 97-98, 2004.

- FOY, C.D. Soil Chemical Factors Limiting Plant Root Growth. **Advances in Soil Science**, v.19, p.97-149, 1992.

- FOX, R.L.; SILVA, J.; YOUNGE, R.; PLUCKNETT, D.L.; SHERMAN, G.G. Soil and plant silicon and silicate response by sugar cane. **Proc. Soil Sci. Soc. Am**, v.31, p. 775-779, 1967.

- HUSBY, C. **The role of silicon in plant susceptibility to disease**. 1998. Disponível em: <http://www.fiu.edu/~chusb001/GiantEquisetum/silic on and Plant Health.Html>. Acesso em: 20 de abril de 2005.

- KEREN, R.; BINGHAM, F. T. Boron in water, soils and plants. **Advances in Soil Science**, v.1, p. 229-276, 1995.

- LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrientes in soils. In: **Micronutrientes in Agriculture**. Madison: ASA, CSSA, and SSSA, p. 41-57, 1972.

- MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/SARC/Procafé, 2002. 387p.

- MENGEL, K.; GEURTZEN, G. Iron chlorosis on calcareous soils. Alkaline nutritional conditions as the cause of the chlorosis. **Journal of Plant Nutrition**, v.9, p. 161-174. 1986.

- POZZA, A.A.A.; ALVES, E.; POZZA, E.A.; CARVALHO, J.G. de; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; SANTOS, D.M. Efeito do silício no controle da Cercosporiose em Três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.2, p.185-188, 2004.

- RODRIGUEZ, F.A.; DATNOFF, L.E.; KORNDÖRFER, G.H.; SEEBOLD, K.W.; RUSH, M.C. Effect of Silicon and Host Resistance on Sheath Blight Development in Rice. **Plant Disease**, v.85, n.8, p. 827-823, 2001.

- SAMPLE, E. C.; SOPER, R. J.; RACZ, G. J. Reactions of phosphate fertilizers in soils. In: **The Role of Phosphorus in Agriculture**. Madison: ASA, CSSA, and SSSA, p. 263-310, 1980.

- YASREBI, J., KARIMIAN, N.; MAFTOUN, M.; ABTAHI, A.; SAMENI, A.M. Distribution of zinc forms in highly calcareous soils as influenced by soil physical and chemical properties and application of zinc sulphate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, p. 2133-2146, 1994.