

EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO SOBRE A PRODUTIVIDADE E ACUMULAÇÃO DE SILÍCIO NO TOMATEIRO

EFFECT OF CALCIUM SILICATE ON THE PRODUCTIVITY AND SILICON ACCUMULATION IN THE TOMATO PLANT

Regina Maria Quintão LANA¹; Gaspar Henrique KORNDÖRFER¹; Luiz Antônio ZANÃO JÚNIOR²; Aurélio Ferreira da SILVA²; Angela Maria Quintão LANA³

RESUMO: O experimento foi conduzido na Fazenda Gaia, Monte Alegre de Minas (MG), no período de julho a novembro de 1998, visando estudar os efeitos do silicato de cálcio sobre a produtividade, a absorção e acumulação de silício pelas folhas do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). Utilizou-se a cultivar “Débora-Plus”, com duas plantas por cova, mantendo-se uma haste por planta. O delineamento foi em blocos casualizados com sete tratamentos em quatro repetições, sendo seis doses de silicato de cálcio (0; 500; 1000; 3000 e 4000 kg ha⁻¹) e um tratamento adicional correspondendo à aplicação de 1000 kg ha⁻¹ de gesso agrícola, aplicados a lanço. Nas condições deste trabalho, conclui-se que não houve efeito das doses de silicato de cálcio sobre a produtividade do tomateiro. Houve uma relação direta entre aumento nas doses de silicato de cálcio e acúmulo de silício no solo.

UNITERMOS: *Lycopersicon esculentum*, Silício, Silicato de Cálcio.

INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente ocupa a posição de um dos maiores produtores de tomate do mundo. O tomateiro é uma cultura com grande capacidade de extração de nutrientes do solo. Dentre eles, o cálcio, nitrogênio e potássio são aqueles que se acumulam em maior concentração.

O silício é considerado elemento benéfico para o crescimento e produção de muitas gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, milheto, aveia, trigo, milho, etc..) e algumas espécies não gramíneas (tomate, alfafa, feijão, alface e repolho). Elawad; Green Júnior (1979) e Anderson (1995) verificaram aumentos de produtividade nessas espécies com doses crescentes de silício disponível para as plantas.

A ação benéfica do silício tem sido associada a diversos efeitos indiretos, dentre os quais, destacam-se o aumento na capacidade fotossintética, plantas mais eretas, redução da transpiração, aumento da resistência mecânica das células, maior resistência das plantas à certos insetos e doenças, diminuição do efeito tóxico do

Mn, Fe e outros metais pesados e aumento da absorção e metabolismo de elementos, tais como o P.

De acordo com o teor de Si e relação Si/Ca na matéria seca, as plantas superiores podem ser divididas em três grupos: acumuladoras, não acumuladoras e intermediárias (MA; TAKAHASHI, 1990; TAKAHASHI, 1978). Plantas não acumuladoras absorvem o Si mais lentamente que a água, aumentando sua concentração no meio, tal como faz o tomateiro. A acumulação de silício é mais intensa nas regiões onde a água é perdida por evaporação ou transpiração, nas folhas. A razão do processo parece depender da concentração externa de ácido silícico e da taxa transpiratória (SILVA, 1983).

A disponibilidade do silício nos solos, bem como sua absorção e acumulação pelas plantas, não tem sido estudada com tanta intensidade se comparado com os demais nutrientes, principalmente em hortaliças. Há ainda escassez de trabalhos na literatura mundial relacionando a utilização de fontes de silício e a nutrição do tomateiro. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adubação com silicato de cálcio sobre a produtividade, absorção e acumulação de silício nas folhas do tomateiro.

¹ Professor Titular do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia

² Graduando do Curso de Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia

³ Professora Adjunta da Universidade Federal de Minas Gerais

Received: 29/07/02

Accept: 25/11/02

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Gaia, localizada no município de Monte Alegre de Minas (MG), em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, fase cerrado, textura média, com as seguintes características químicas: pH (H₂O 1:2,5) = 5,5; M.O. (Walkley Black) = 16 g kg⁻¹; P (Mehlich) = 30,6 mg dm⁻³; K (Mehlich) = 87,4 mg dm⁻³; Ca = 10 mmol_c dm⁻³; Mg = 4 mmol_c dm⁻³ e Al = 0,0 mmol_c dm⁻³.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis doses de silicato de cálcio (0; 500; 1000; 2000, 3000 e 4000 kg ha⁻¹) que correspondem a 0, 100, 200, 400, 600, 800 kg ha⁻¹ de Si e um tratamento adicional, correspondendo à aplicação de 1000 kg ha⁻¹ de gesso agrícola, aplicados a lanço, antes do plantio em quatro repetições.

As parcelas constituíram-se de 5 m², com um total de 40 plantas por parcela. O espaçamento entre covas foi de 50 cm e entre fileiras de 80 cm, sendo conduzidas duas plantas com uma haste por planta.

Utilizou-se a variedade de tomate Débora Plus, do grupo Santa Cruz, mais plantada na região, a qual foi semeada em bandejas de isopor, utilizando substrato comercial, em casa de vegetação pertencente a Universidade Federal de Uberlândia. Após o período de crescimento, em torno de 30 dias, as plantas foram transplantadas para o local definitivo.

O solo recebeu previamente uma adubação básica na proporção de 3.500 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16. Após a segunda semana de plantio, foram realizados a amontoa e o tutoramento das plantas.

As adubações em cobertura foram realizadas semanalmente com N e K na proporção 2:1 utilizando as fontes cloreto de potássio e uréia. As doses semanais foram de 40 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados manualmente na cova.

Foram efetuados capinas e controle químico de pragas e doenças, com base em observações periódicas das plantas.

Utilizou-se irrigação por sistema de gotejamento. O turno de rega foi de acordo com as condições do tempo, mas em média foi efetuado de 12 em 12 horas, com uma lâmina d'água de 10 mm dia⁻¹.

O experimento teve duração média de 100 dias, sendo colhidos os frutos até o sexto cacho para avaliação da produtividade, tendo sido realizadas um total de seis colheitas, simultaneamente foram feitas coletas de folhas novas e maduras para análise de absorção e acumulação de silício.

A colheita dos frutos foi manual, sendo os mesmos acondicionados em sacos plásticos. Os frutos colhidos foram pesados e classificados no tipo comercial e não-comercial.

Para melhor interpretação dos resultados foram feitas análises de solo de cada tratamento em suas respectivas parcelas após cultivo do tomateiro para avaliar os teores de nutrientes presentes no solo. As variáveis avaliadas foram: produtividade dos frutos, teor de silício no solo e nas folhas.

Para evitar a podridão apical e manter a integridade das membranas da parede celular, desordens metabólicas e fisiológicas no processo de absorção, foi feita pulverização foliar com cloreto de cálcio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se aumento no teor de silício no solo com as doses crescentes de silicato de cálcio aplicadas (Figura 1). Houve uma relação direta entre aumento nas doses de silicato de cálcio e teor de silício no solo. Para as plantas, no entanto, os resultados de produção mostraram que não houve diferenças significativas entre as doses de silicato de cálcio (Tabela 1).

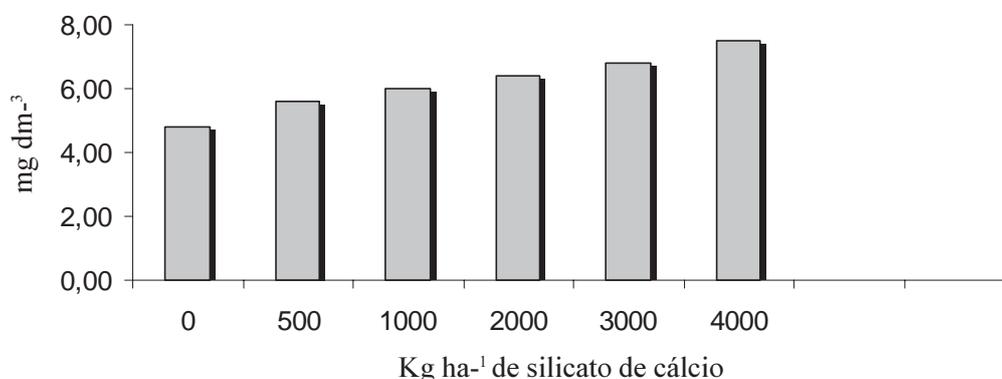


Figura 01. Teor de silício (mg dm⁻³) no solo, após o cultivo do tomateiro, em função das doses crescentes de silicato de cálcio.

Tabela 1. Produtividades médias de tomate tipo comercial e não-comercial em função de doses crescentes de silicato de cálcio, Monte Alegre de Minas (MG), 1998.

Doses de silicato de cálcio (kg ha ⁻¹)	Tipo comercial		Tipo não-comercial	
	t ha ⁻¹			
00	40,1		26,6	
500	41,8		23,6	
1000	43,3		19,4	
2000	45,6		19,5	
3000	47,4		17,5	
4000	56,0		15,1	

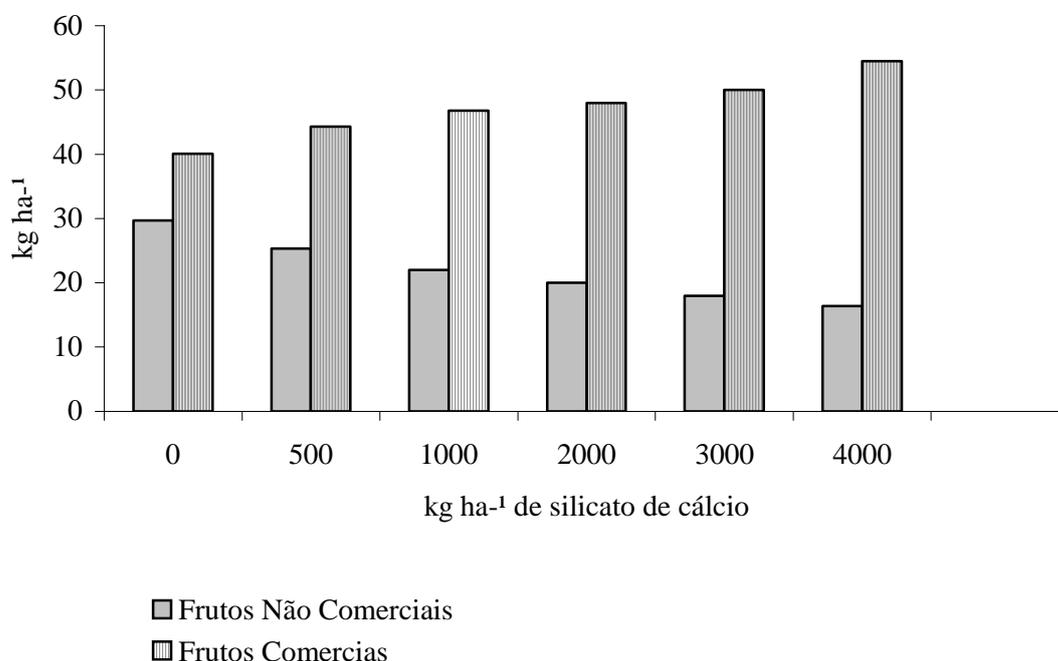
* n.s. - Não significativo

Coeficiente de variação de produtividade: tomates tipo comercial 23,27% - DMS 19,2

Coeficiente de variação de produtividade: tomates tipo não-comercial 29,99% - DMS 12,7

As médias de produção em função das diferentes doses de silicato de cálcio foram equivalentes (Tabela 1), não ocorrendo respostas às doses de silicato de cálcio sobre a produtividade do tomateiro (Figura 2). Houve, no entanto, menor produção de frutos não comerciais nas doses mais altas de silicato que são caracterizados por frutos danificados, de tamanho menor, com manchas. Essas características, possivelmente se devem ao efeito benéfico do silício quanto ao aumento da resistência

mecânica das células. Diversos pesquisadores têm observado efeito positivo na utilização de silício na agricultura, especificamente nas gramíneas, principalmente sobre o controle de doenças, aumento da resistência mecânica das células, aumento da resistência das plantas ao ataque de insetos e redução da transpiração, aumentando a tolerância ao déficit hídrico (TAKAHASHI, 1978; DATNOFF et al., 1991; DATNOFF et al., 1992).

**Figura 02.** Produtividade (kg ha⁻¹) comercial e não-comercial em função de doses crescentes de silicato de cálcio.

Ainda são poucos os trabalhos referentes à absorção e acumulação de silício pelas hortaliças. Avaliando a sua acumulação de silício em plantas de

pepino, Barber; Shone (1966), verificaram que ao suprimir a disponibilidade de silício na solução, as folhas superiores apresentaram concentração de silício marcadamente

maior que as inferiores, indicando baixa translocação desse elemento. Segundo os mesmos autores, as plantas de pepino mantiveram o silício residual na base dos tricomas foliares, mas falharam em desenvolver a silicificação do tecido injuriado em volta de um patógeno invasor (*Sphaerotheca fuliginea*), o que não permitiu à planta resistir à doença. Assim, verifica-se que é de grande relevância avaliar a capacidade do tomateiro em absorver e acumular silício em seus tecidos.

Segundo dados obtidos por Lana et. al (2002), a absorção de silício pelo tomateiro em casa-de-vegetação, foi baixa e a sua acumulação nas folhas, bem como, as produtividades foram similares com doses crescentes de silicato de cálcio.

Neste ensaio, como foram feitos o controle químico de pragas e doenças, bem como irrigação por sistema de gotejamento, não se avaliou o efeito do controle de doenças,

ataque de pragas e resistência ao déficit hídrico, que são benefícios advindos da aplicação do silício, segundo diversos autores (DATNOFF et al., 1991; SAVANT et al., 1997; SEO; OTA, 1983; TAKAHASHI, 1978).

Estabeleceu-se a análise de regressão sobre o teor de silício acumulado nas folhas novas e maduras, visando avaliar o aumento na concentração de silício, em função de doses crescentes de silicato de cálcio aplicados no solo. Os teores acumulados não diferiram significativamente entre si com as doses crescentes de silicato (Tabela 2). No entanto, nas folhas novas observou-se maior acúmulo de silício onde não se aplicou o silicato de cálcio (Tabela 2). Quando se utilizou doses crescentes de silicato de cálcio, observou-se maior teor de silício nas folhas maduras, indicando uma translocação do elemento das folhas novas para as maduras, quando se aumenta o teor de silício na solução do solo (Figura 3).

Tabela 2. Teores de silício em folhas novas e maduras do tomateiro em função de doses crescentes de silicato de cálcio, Monte Alegre de Minas (MG), 1998.

Doses de silicato de cálcio (kg ha ⁻¹)	Folhas novas e maduras g kg ⁻¹	
	Folhas novas	Folhas maduras
00	4,4	2,8
500	2,6	5,8
1000	3,8	6,0
2000	5,2	5,3
3000	4,3	6,0
4000	5,4	6,0
Média	4,3	5,3

* n.s. - Não significativo

Coefficiente de variação para folhas novas 42,68 %, DMS - 4,2

Coefficiente de variação para folhas maduras 29,18 %, DMS - 5,3

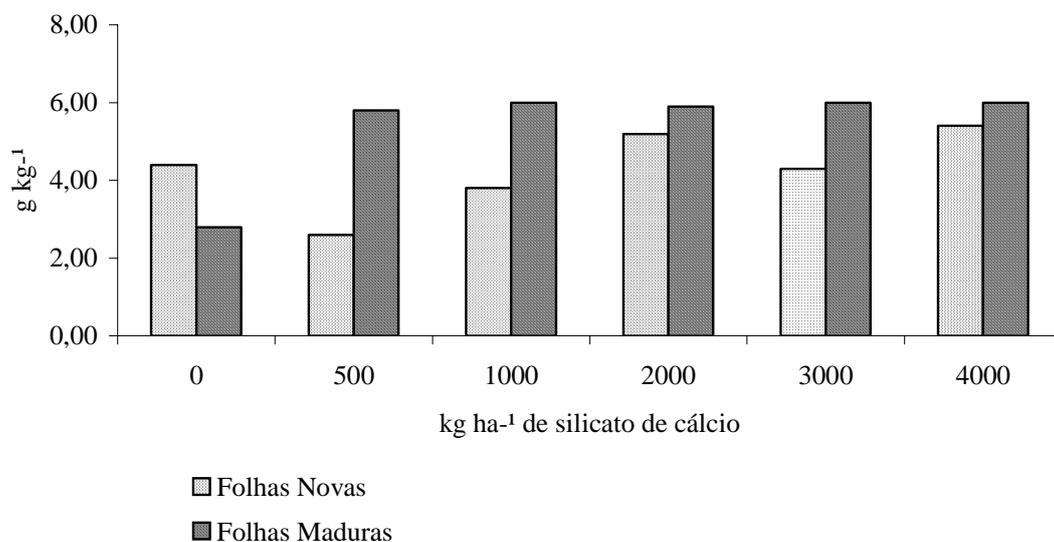


Figura 03. Teores médios de silício nas folhas novas e maduras em função de doses crescentes de silicato de cálcio.

Segundo Miyake (1992), o teor de silício e a razão Si/Ca na matéria seca permite dividir as plantas superiores em três grupos: acumuladoras, não acumuladoras e intermediárias. As gramíneas são acumuladoras típicas, nas quais os teores de silício chegam a ser de 10 a 20 vezes maiores do que em dicotiledôneas. Para Miyake; Takahashi (1985) as plantas acumuladoras são aquelas cujo teor de silício é bastante elevado, sendo a absorção ativa ligada à respiração aeróbica. O arroz e cana-de-açúcar são exemplos típicos deste grupo. Já as plantas não-acumuladoras, caracterizam-se por um baixo teor do elemento nos tecidos, mesmo com altos níveis de silício no meio, indicando um mecanismo de exclusão. O tomateiro é um exemplo típico, que acumula a maior parte de silício absorvido nas raízes. Plantas intermediárias no acúmulo de silício são aquelas que apresentam uma quantidade intermediária de silício, quando a concentração do elemento no meio é alta. As curcubitáceas e a soja, enquadram-se nesse tipo, pois translocam o silício livremente das raízes para a parte aérea.

Resultados deste experimento corroboram com os de outros trabalhos (MIYAKE; TAKAHASHI, 1985;

LANA et al., 2002) que incluem o tomateiro como planta não-acumuladora de silício nas folhas.

Avaliando-se o teor de cálcio presente no solo, após o cultivo do tomateiro, observou-se níveis baixos mesmo na dose mais alta de silicato de cálcio no tratamento com gesso agrícola. Possivelmente isso seja devido a não solubilização do silicato nas condições, modo e época de aplicação, não estando o cálcio na forma prontamente absorvível pela planta.

CONCLUSÕES

Nas condições deste experimento conclui-se que houve uma relação direta entre aumento nas doses de silicato de cálcio e acúmulo de silício no solo.

Não houve respostas das doses crescentes de silicato de cálcio sobre a produtividade da cultura do tomateiro.

O tomateiro comportou-se como planta não acumuladora de silício nas folhas, observando maior acúmulo de silício nas folhas maduras, em relação às folhas mais novas, indicando translocação do elemento da fonte para o dreno.

ABSTRACT: The experiment was conducted in the field, at the Gaia Farm, located in Monte Alegre de Minas, MG, Brazil, from July to November of 1998. It studied the effect of calcium silicate on the productivity, the absorption and accumulation of silicon by the tomato plant leaves (*Lycopersicon esculentus*). The cultivar "Débora-Plus" was used, cultivating two plants per hole and keeping one stem per plant. The design was randomized blocks with seven treatments and four repetitions. Six doses of calcium silicate (0; 500; 1000; 3000 and 4000 kg ha⁻¹) were used plus an additional treatment corresponding to the application of 1000 kg ha⁻¹ of agricultural gypsum (calcium sulfate), which was broadcast over the soil. In the conditions of this research, it was concluded that the doses of calcium silicate had no effect on the productivity of the tomato plant. It had a direct relation between increasing doses of calcium silicate and accumulation of silicon in the soil.

UNITERMS: *Lycopersicon esculentum*, Silicon, Calcium Silicate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D. L. La caña de azúcar y el siliceo. **The Sugar Journal**, New Orleans, v. 57, n. 12, p. 8-9, 1995.
- BARBER, D. A.; SHONE, M. G. T. The absorption of silica from aqueous solutions by plants. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v. 17, n. 53, p. 569-578, 1966.
- DATNOFF, L. E.; RAID, R. N.; SNYDER, G. H.; JONES, D. B. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yield of rice. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 74, n. 8, p. 729-732, 1991.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; DEREN, C. W. Influence of silicon fertilizer on blast and brown spot development and on rice yields. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, n. 10, p. 1011-1013, 1992.

ELAWAD, S. H.; GREEN JÚNIOR, V. E. Silicon and the rice plant environment: a review of recent research. **II Riso**, Milano, v. 28, n. 3, p. 235-253, 1979.

LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, CD ROM.

MA, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on growth and phosphorus uptake of rice. **Plant Soil**, Hague, v. 126, n. 2, p. 115-119, 1990.

MIYAKE, Y. The effect of silicon on the growth of the different groups of rice (*oryza sativa*) plants. **Scientific Report of the Faculty of Agriculture**, Okayama, v. 8, n. 1, p. 101-105, 1992.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 31, n. 4, p. 625-636, 1985.

SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 58, n. 1, p. 151-199, 1997.

SEO, S.W.; OTA, Y. Role of the hull in the ripening of rice plants. **Nippon Sakumotsu Gakkai Kiji**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 73-79, 1983.

SILVA, S. T. da. **Aspectos morfológicos e fisio-ecológicos da absorção de ácido silício em *Curatella americana* L.** (Dilleniaceae), 1983. 172 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

TAKAHASHI, Y. Effect of the form of silicon on the uptake of silicon by rice plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 49, n. 2, p. 357-360, 1978.