

INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

Título do Trabalho: Influência de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio na nodulação em raízes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)

Autor (es): Alba Nise Merícia Rocha Santos, Natália Risso Fonseca, Júlio César Mascarenhas dos Santos, Lucas Leite Costa.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; feijão; Agrosílico®; rizobactérias.

Campus: IFMG - São João Evangelista

Tipo de Bolsa: PIBIC

Área do Conhecimento (CNPq): Ciências Agrárias/Agronomia

RESUMO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) serve de alimento base na dieta da população brasileira, sendo que o uso de adubação mineral adequada é essencial para um bom crescimento e desenvolvimento das plantas. Elementos como o silício, cálcio e magnésio vem sendo de grande importância para diversas culturas, os quais participam do processo de crescimento radicular e podem conferir maiores ganhos estruturais na planta. Devido ao grande potencial do uso da adubação silicatada visando aumento na produção, objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito do silicato de cálcio e magnésio (Agrosílico®) no desenvolvimento morfológico e na nodulação de raízes de plantas de feijoeiro submetidas a diferentes doses do fertilizante. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados, com plantas de feijoeiro do grupo “carioca”. Foram avaliados os índices de desenvolvimento morfológico altura média, massa fresca e comprimento de raízes, e a frequência absoluta do número de nódulos nas raízes de plantas submetidas a cinco concentrações de silicato de cálcio e magnésio (CaSiO_3 e MgSiO_3) (T1: $0,0 \text{ g/dm}^{-3}$; T2: $0,40 \text{ g/dm}^{-3}$; T3: $2,0 \text{ g/dm}^{-3}$; T4: $10,0 \text{ g/dm}^{-3}$; T5: $50,0 \text{ g/dm}^{-3}$) aos 85 dias após o plantio. Com a incorporação do silicato de cálcio e magnésio ao solo não foi observada diferença significativa nos atributos de desenvolvimento morfológico altura média da parte aérea, massa fresca e comprimento do sistema radicular. Quanto a nodulação das raízes, foi observado um aumento crescente no número de nódulos do sistema radicular das plantas de acordo com o aumento das doses, sendo que o maior índice de nódulos por massa fresca/planta foi obtido com a maior dose do fertilizante, o Tratamento 5 ($125,0 \text{ g/planta}$). A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que a incorporação de doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio ao solo foi favorável ao aumento da nodulação por bactérias fixadoras de nitrogênio em plantas de feijoeiro.

INTRODUÇÃO:

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado um dos mais importantes grãos para a alimentação humana, sendo amplamente cultivado em diversas partes do mundo (Jadoski, 2012). O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, sendo o Paraná e Minas Gerais, os maiores estados produtores do feijão do grupo preto, com uma produção de aproximadamente 394.278 mil toneladas em 2017 (IBGE, 2017). No

Brasil, o feijão é um dos principais constituintes da dieta, fornecendo nutrientes essenciais (Mesquita et al., 2007) e tendo uma média de consumo por pessoa em torno de 17,0 Kg.ano⁻¹ (Wander, 2007).

O uso de adubação mineral adequada é essencial para um bom crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo que elementos como o silício, cálcio e magnésio vem sendo de grande importância para a cultura do feijoeiro, como demonstra Malavolta (1980). Tanto o cálcio como o magnésio participam do processo de crescimento radicular pela formação de pectatos que compõem a parede celular. O magnésio está presente na molécula de clorofila, sendo indispensável para a produção de carboidratos pela planta, constituindo-se como fonte energética para os processos fisiológicos, além de compor a estrutura básica de diversas biomoléculas como os ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas (Marschner, 2012). O silício é absorvido pelas plantas e transportado através do xilema, sendo muito estudado nos últimos anos devido sua capacidade de potencialização dos mecanismos de defesa de diversas culturas, como feijão e arroz (Moraes et al. 2009; Guerra et al., 2013). Em estudos do efeito de silicato de Ca⁺² e Mg⁺² no desenvolvimento da cultura do feijão comum, Paiva et al. (2015) observaram que algumas cultivares comercialmente utilizadas são mais responsivas à adubação silicatada que outras, podendo ser caracterizada como um cofator de origem genética que confere maiores ganhos em um ponto específico da estrutura da planta, como no caso do aumento da massa fresca e seca total e/ou aumento da altura média e diâmetro do coleto.

Tendo em vista o crescente potencial de uso da adubação silicatada, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do silicato de cálcio e magnésio (Agrosilício®) no desenvolvimento morfológico e na nodulação de raízes de plantas de feijoeiro submetidas a diferentes doses do fertilizante.

METODOLOGIA:

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com malha de sombra para 50% de luminosidade, na unidade de produção e pesquisa do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista, localizado na cidade de São João Evangelista – MG, no período de agosto de 2017 a fevereiro de 2018.

Foram utilizadas plantas do grupo “carioca” de *P. vulgaris*, as quais foram avaliadas quanto ao efeito da aplicação de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio utilizando como fonte o fertilizante comercial Agrosilício® (Ca²⁺ 25%, Mg²⁺ 6,0%, Si 10,5%).

Cinco concentrações (tratamentos) foram avaliadas (T1: 0,0 g/planta; T2: 1,0 g/planta; T3: 5,0 g/planta; T4: 25,0 g/planta e T5: 125,0 g/planta) (Tabela 1) com seis repetições cada, dispostos em delineamento em blocos casualizados (DBC). Cada unidade experimental foi constituída de uma única planta acondicionada em sacola plástica, com capacidade de 3L, preenchidos com uma combinação de solo e composto orgânico (esterco bovino) na proporção 4:1 (v/v). As doses referentes aos tratamentos foram adicionadas ao solo, o qual foi incubado por 15 dias em capacidade de campo. Uma amostra de solo foi recolhida para análise das características químicas antes da aplicação dos tratamentos.

Tabela 1. Tratamentos com escória silicatada (Agrosilício®) realizados no experimento.

Tratamento¹	Dose (g⁻¹/planta)	Dose (g⁻¹/dm³)	Dose (kg⁻¹/ha^{-1*})
T1 (controle)	0	0,00	0
T2	1	0,40	80
T3	5	2,00	400

T4	25	10,0	2000
T5	125	50,0	10000

*Considerando 20 cm de profundidade.

Foram semeadas quatro sementes por sacola plástica. Aos 20 dias após o plantio, conduziu-se o desbaste (raleio), mantendo-se uma planta por vaso. O desbaste foi realizado retirando aquelas que apresentaram menor vigor morfológico. As plantas foram irrigadas periodicamente através de sistema de gotejamento, a fim de atender às necessidades hídricas da planta. Para auxiliar no arranjo sistemático das plantas procedeu-se o tutoramento por meio da fixação de um barbante para direcionar as gavinhas sem que houvesse a abrasão entre as plantas (Figura 1A).

Aos 85 dias após o plantio (DAP), no estágio fenológico R7-8 (enchimento de vagens), foram registrados o número de nódulos de rizobactérias por grama de raízes e as características morfológicas: massa fresca de raízes, comprimento radicular e comprimento da parte aérea. O número de nódulos foi determinado por contagem direta, com a realização do corte das plantas a 5 cm acima do solo (Figura 1B). Posteriormente, o solo rizosférico de cada unidade amostral foi retirado e reservado, as raízes foram separadas por lavagem em água corrente sobre peneira de 0,5 mm de malha e secas em papel toalha para posterior determinação da massa fresca em balança analítica de precisão. Em seguida foi calculada a razão entre o número de nódulos e a massa fresca das raízes para obtenção da frequência absoluta do número de nódulos por unidade de massa. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

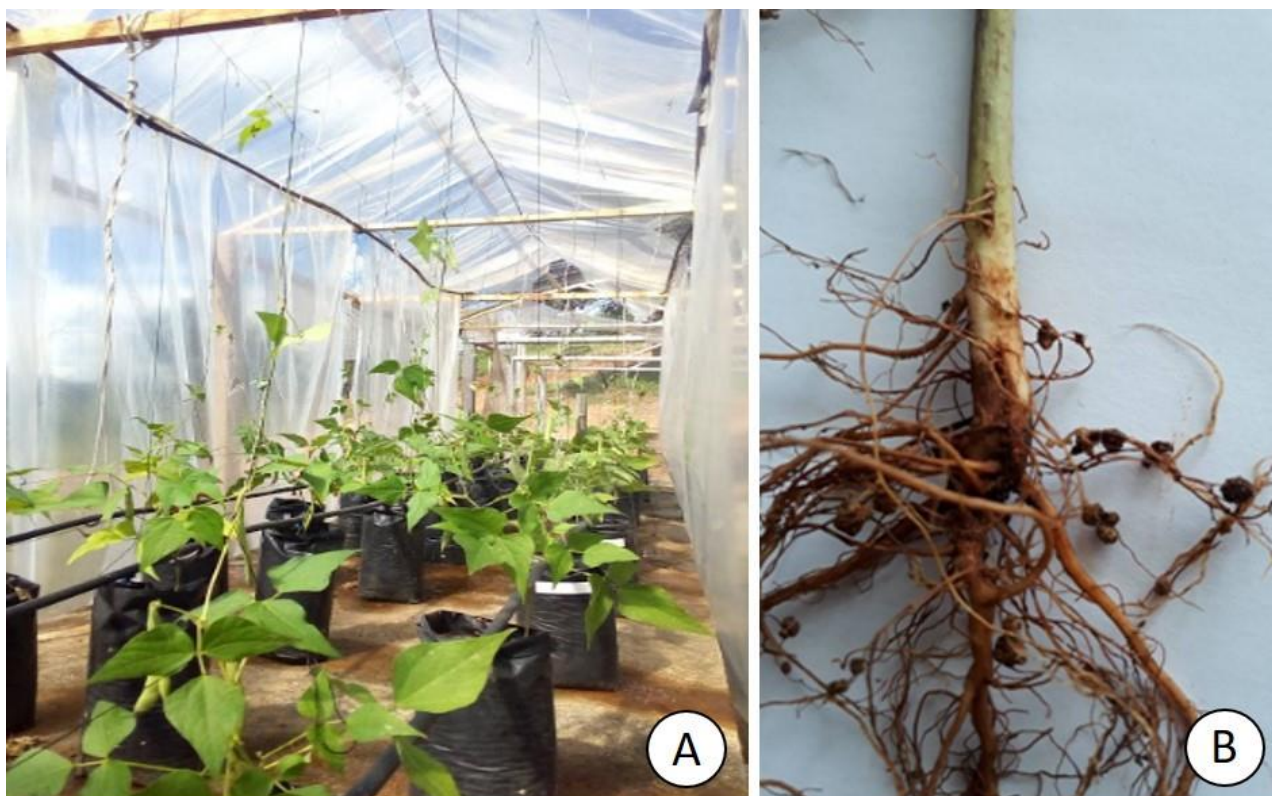


Figura 1. A) Visão geral do experimento com plantas de feijão no estágio fenológico R7-8. B) Nódulos do sistema radicular do feijoeiro avaliados através de contagem direta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 2), não foi observada diferença estatística entre os tratamentos realizados em relação ao controle para os atributos de desenvolvimento das plantas de feijão altura média da parte aérea, massa fresca e comprimento do sistema radicular. Os resultados corroboram com os obtidos por Teixeira et al. (2008), que ao testar diversas fontes de silício em cultivares de feijoeiro observaram que a adubação silicatada não influenciou no ganho do desenvolvimento da planta.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos dados relativos às variáveis mensuradas em função das dosagens de escória silicatada associada ao feijoeiro comum (*P. vulgaris*).

FV	GL	QM						
		MFPA	MFR	MSPA	MSR	ALTURA PA	COMPRIMENTO RAIZ	Nº DE NODULOS
Dose	4	16638367,68 ns	48072256,82 ns	7378035,92 ns	724804,82 ns	673,05 ns	93,00 ns	4366,68 **
Bloco	3	9381825,25 ns	60929698,18 ns	4272118,13 ns	703138,72 ns	888,4 ns	520,67 ns	1938,40 ns
Erro	12	20313351,88	50194503,89	5042136,75	254179,26	1589,15	394,33	692,6
Total	19							
CV (%)	19	16,33	44,51	11,64	5,27	69,69	53,67	39,75

**Significativo; ns: não significativo à 5% de significância. MFPA: Massa fresca de parte aérea; MFR: massa fresca de raiz; MSPA: massa seca de parte aérea; MSR: massa seca de raiz; Altura PA: altura de parte aérea.

O número de nódulos foi o único influenciado positivamente com a adição de silicato de cálcio e magnésio (Figura 2). A frequência absoluta do número de nódulos do sistema radicular em função das concentrações de silicato de cálcio e magnésio foi obtida através do modelo ajustado $Y = -0,0132x^2 + 2,2529x + 38,939$, e indica que os melhores índices foram alcançados nas concentrações acima de 25,0 g/planta (Tratamento 4), sendo que, entre os tratamentos testados, o Tratamento 5 (T5 = 125,0 g/planta) obteve o maior índice de nódulos por massa fresca/planta, chegando a valores três vezes maiores daquele encontrado no controle (T1 = 0,0 g/planta). Pelos resultados obtidos, podemos verificar que a adição de silicato de cálcio e magnésio mesmo que em baixas concentrações (T2 e T3) favoreceu o aumento da nodulação das plantas de feijoeiro, o qual poderá contribuir para o aumento no rendimento de grãos, fato já observado por outros autores, como Martins et al. (2003) que relatam o aumento da produtividade em até 35% em feijão-caupi, quando inoculados com estirpes de rizóbios.

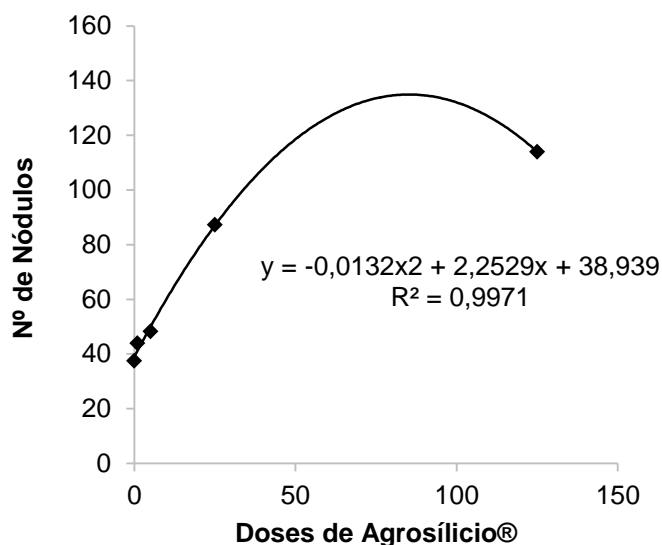


Figura 2. Frequência absoluta do número de nódulos do sistema radicular em função das concentrações de silicato de cálcio e magnésio no substrato (T1: 0,0; T2: 1,0; T3: 5,0; T4: 25,0 e T5: 125,0 g/planta).

CONCLUSÕES:

A incorporação de doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio ao solo resultou no aumento da nodulação por bactérias fixadoras de nitrogênio em plantas de feijoeiro, o qual poderá contribuir para o aumento no rendimento de grãos. No entanto, não houve alterações significativas nos atributos de desenvolvimento morfológico massa fresca de raízes, comprimento radicular e comprimento da parte aérea com a adição do Agrosilício®.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- FERREIRA, D. F. Programa Sisvar: sistema de análise de variância: versão 3.04. Lavras: **Edufla**, 2003.
- GUERRA, A. M. N. de M.; RODRIGUES, F. Á.; BERGER, P. G.; BARROS, A. F.; SILVA, Y. C. R. da.; LIMA, T. C. Aspectos bioquímicos da resistência do algodoeiro à ramulose potencializada pelo silício. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 292- 303, 2013.
- JADOSKI, C. J. Efeitos fisiológicos da piraclostrobina em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) condicionado sob diferentes tensões de água no solo. **Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista**, Botucatu, 2012.
- MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: **Ceres**, p. 251, 1980.
- MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition fhigherplants**. 3. ed. Elsevier, Amsterdam. 2012.
- MARTINS, L.M.; XAVIER, G.R.; RANGEL, F.W.; RIBEIRO, J.R.A.; NEVES, M.C.P.; MORGADO, L.B.; RUMJANEK, N.G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, v.38, p.333-339, 2003.

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, jul./ago. 2007.

MORAES, S. R. G.; POZZA, E.A; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G. DE.; SOUZA, P. E. DE. Nutrição do feijoeiro e intensidade da antracnose em função da aplicação de silício e cobre. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 283-291, 2009.

PAIVA, L. C.; FREITAS, C. A.; CURVÊLO, C. R. S.; PEREIRA, A. I. A.; VALE, D. M. Efeito do silicato de cálcio e magnésio nos parâmetros de desenvolvimento da cultura do feijoeiro comum. **Anais do IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano**. Urutaí, Goiás, 1 - 2 p. 2015.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P.; SILVA, A. G.; KORNDÖRFER P. H. Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 39, n. 4, p. 562-568. 2008.

WANDER, A. E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.37, n.2, p.7-21, fev. 2007.