



096 - Uso de silício para aumento na nodulação de feijoeiro inoculado com rizóbio

Use of silicon to increase nodulation in common bean inoculated with Rhizobium

KINTSCHEV, Maurício Rocha. UEMS, mauricioagro2010@gmail.com; LIMA FILHO, Oscar Fontão. Embrapa Agropecuária Oeste, oscar@cpao.embrapa.br; MERCANTE, Fábio Martins. Embrapa Agropecuária Oeste, mercante@cpao.embrapa.br.

Resumo

A simbiose com leguminosas envolve bactérias de diferentes gêneros, capazes de formar uma estrutura especializada (nódulo) nas raízes e, em algumas interações, no caule, onde captam o N₂ atmosférico, e que após a sua redução em formas assimiláveis, poderá então ser utilizado pela planta. Esta associação simbiótica em algumas leguminosas (soja, por exemplo) tem se mostrado responsiva ao uso do silício. O estudo foi conduzido em condições controladas de casa de vegetação, em novembro de 2011, utilizando-se sementes de feijoeiro, cv. Pérola, inoculadas com a estirpe CIAT 899 de *Rhizobium tropici*. A fertilização silicatada foi realizada, utilizando-se silicato de potássio (K₂Si₃O₈), nas doses de 0, 5, 10, 25 e 50 ppm de Si, em vasos de "Leonard", contendo areia lavada e esterilizada. O número e massa de nódulos secos das plantas de feijoeiro aumentaram linearmente com a adição de silicato de potássio (0 a 50 ppm). Quanto à produção de matéria seca da parte aérea, houve aumento linear de até 60%, enquanto a matéria seca de raiz aumentou em até 40%. Estes resultados indicam que a adição de doses crescentes de silício até 50 ppm promoveu incremento significativo na nodulação, na produção da parte aérea das plantas e nas raízes do feijoeiro.

Palavras-chave: simbiose, silicato de potássio, nutrição silicatada, *Phaseolus vulgaris* L.

Abstract

*The symbiosis with legumes involves bacteria of different genera, able to form a specialized structure (nodules) in roots and, in some interactions, stem, where the capture atmospheric N₂, and that after the reduction in assimilable forms, can then be used by the plant. This legumes in symbiotic association (soybean, for example) has been responsive to the use of silicon. The study was conducted under controlled greenhouse conditions, in November 2011, using seeds of bean, cv. Pearl, inoculated with strain of *Rhizobium tropici* CIAT 899. The silicon fertilization was performed using potassium silicate (K₂Si₃O₈) at doses of 0, 5, 10, 25 and 50 ppm of Si in pots of "Leonard", containing sand washed and sterilized. The weight and number of nodules of dry bean plants increased with the addition of potassium silicate (0-50 ppm). As for dry matter production of shoots, a linear response up to 60%, while root dry matter increased by 40%. These results indicate that the addition of increasing doses of up to 50 ppm silicon promoted a significant increase on nodulation, production of the shoots and roots of the bean.*

Keywords: symbiosis, potassium silicate, silicon nutrition, *Phaseolus vulgaris* L.



Introdução

- O processo de fixação biológica de nitrogênio resulta da transformação do nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia (NH_3), intermediado pela enzima dinitrogenase, presente em determinados grupos de bactérias. As bactérias diazotróficas capazes de se associarem simbioticamente com plantas da família *Leguminosae* são chamadas, popularmente, de “rizóbios”.
-
- Esta simbiose com leguminosas envolve bactérias de diferentes gêneros, capazes de formar uma estrutura especializada (nódulo) nas raízes e, em algumas interações, no caule, onde captam o N_2 atmosférico; após a sua redução em formas assimiláveis, o nitrogênio poderá ser utilizado pela planta. Em troca, a planta fornece à bactéria energia obtida através da fotossíntese, formando assim, uma perfeita associação, onde planta e bactéria são mutuamente favorecidas.
-
- Esta associação simbiótica entre estirpes de rizóbio e espécies de leguminosas resulta de um processo complexo, que envolve a expressão de genes simbióticos de ambos parceiros. A coordenação das diversas etapas da formação dos nódulos radiculares em leguminosas ocorre através de uma intensiva troca de sinais moleculares entre a planta e a bactéria (MERCANTE; FRANCO, 2000).

Diversos fatores, contudo, podem afetar as interações rizóbio-leguminosas, como temperaturas elevadas, estresse hídrico e acidez do solo (HUNGRIA et al., 1993; MARTÍNEZ-ROMERO et al., 1991; MERCANTE, 1993), reduzindo a nodulação, a eficiência simbiótica e, conseqüentemente, os rendimentos de grãos das culturas.

- Os trabalhos com o uso do silício na agricultura são bastante escassos, porém alguns estudos mostram que culturas como a soja, por exemplo, pode ser potencialmente beneficiadas pela adoção da fertilização silicatada, mostrando-se responsivas ao uso do silício.
- O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de silício, na forma de silicato de potássio, na nodulação e fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro.

Metodologia

O estudo foi conduzido em condições controladas de casa de vegetação, utilizando-se vasos de "Leonard", contendo areia lavada e esterilizada. Neste ensaio, foram utilizadas sementes de feijoeiro, cv. Pérola, que foram inoculadas com a estirpe CIAT 899 de *Rhizobium tropici*. As sementes de feijoeiro foram previamente esterilizadas superficialmente, sendo tratadas com álcool absoluto por 30 segundos, em seguida, imersas em hipoclorito de sódio (10%), por 3 minutos, e lavadas dez vezes com água destilada esterilizada (VINCENT, 1970). Para a produção do inoculante, culturas puras de rizóbio foram crescidas em meio YM - “yeast mannitol” (VINCENT, 1970), a 30°C, por três dias, com agitação.

Foram incluídos dois tratamentos, utilizados como controle, sem inoculação: com adubação utilizando-se N-ureia (testemunha nitrogenada) e sem adubação (testemunha absoluta). Durante o

período de crescimento, as plantas foram supridas com solução nutritiva sem nitrogênio (NORRIS; T'MANNETJE, 1964, modificada). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco repetições.

A fertilização silicatada foi realizada, utilizando-se silicato de potássio ($K_2Si_3O_8$), nas doses de 0, 5, 10, 25 e 50 ppm de Si, em vasos de "Leonard", com areia esterilizada. O balanceamento relativo ao nível de potássio nas soluções nutritivas foi realizado com adição diferenciada de cloreto de potássio.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade ($P < 0,05$), sendo realizada a análise de regressão.

Resultados e Discussão

Observou-se que o número e massa de nódulos secos aumentaram linearmente com a adição de silício (0 a 50 ppm) às plantas de feijoeiro (Figura 1). Avaliando a influência do silício na nodulação da soja, Lima Filho et al. (2005) e Lima Filho e Tsai (2006) concluíram que o silício pode aumentar significativamente a produção e a atividade dos nódulos radiculares.

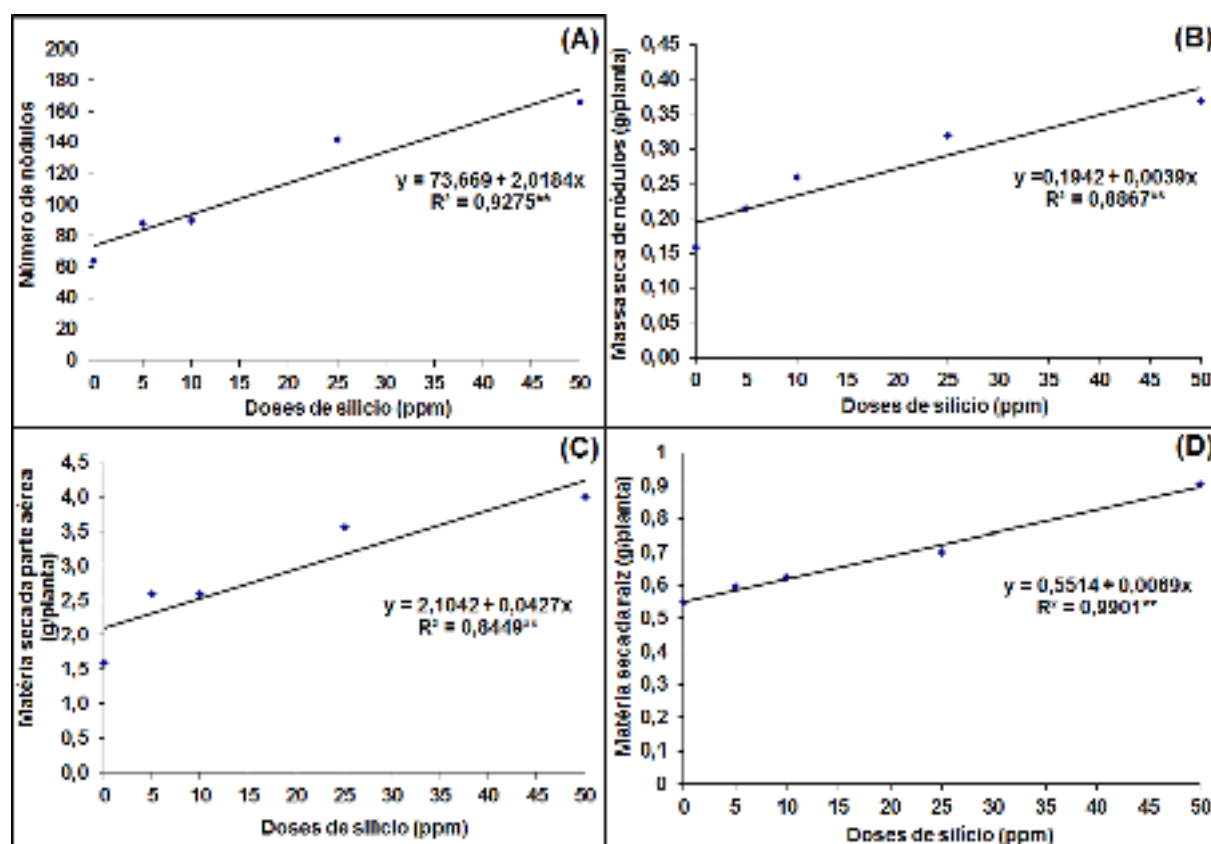


Figura 1. Número de nódulos (A), massa de nódulos secos (B), matéria seca da parte aérea (C) e matéria seca da raiz (D) de feijoeiro. Valores médios de cinco repetições. Feijoeiro inoculado com rizóbio, com adição de doses crescentes de silício. ******significativo a 1% de probabilidade.



O aumento linear verificado com as doses de silício, no número de nódulos e na matéria seca de nódulos de feijoeiro, alcançou cerca de 60% com a utilização de 50 ppm de silício. Lima Filho e Tsai (2006), utilizando perlita como substrato, obtiveram resultados positivos quanto à influência do silício na produção de nódulos radiculares, tendo ambas as variáveis aumentadas linearmente, especialmente com a utilização de 100 ppm de silício.

Dakora (2005) observou que o silício pode aumentar os mecanismos de defesa da planta, provavelmente por meio da biossíntese de isoflavonoides. Salienta-se que é possível que a nutrição silicatada possa induzir a síntese de flavonoides indutores dos genes da nodulação, que são moléculas sinalizadoras envolvidas nos estágios iniciais da formação dos nódulos.

Quanto à produção de matéria seca da parte aérea, verificou-se um aumento linear de 60% com o incremento de silício às plantas de feijoeiro (Figura 1). Do mesmo modo, Lima Filho e Tsai (2006) verificaram que houve aumento da matéria seca da parte aérea com o incremento do silício. Em virtude desse aumento, o conteúdo de N também aumentou significativamente com a adição de Si às plantas.

Quando se adicionou silício às plantas de feijoeiro, a matéria seca de raiz aumentou 40%, atingindo o ponto máximo quando adicionada a maior dose de silício (50 ppm), conforme apresentado na Figura 1.

Conclusão

A adição de silício até 50 ppm promove aumento significativo na nodulação, na produção da parte aérea das plantas e nas raízes do feijoeiro.

Agradecimentos

À Capes, pela concessão da bolsa ao primeiro autor. Fábio Martins Mercante agradece ao CNPq, pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida.

Referências

DAKORA, F. D. Silicon nutrition and N₂ fixation in symbiotic legumes In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **[Proceedings...]**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005. p. 133.

HUNGRIA, M. et al. New sources of high-temperature tolerant rhizobia for *Phaseolus vulgaris* L. **Plant and Soil**, v. 149, p. 103-109, 1993.

LIMA FILHO, O. F.; TSAI, S. M. Fixação simbiótica de nitrogênio em soja cultivada em perlita e suplementada com silicato de sódio. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 11.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 6., 2006, Bonito. **Fertbio 2006: a busca das raízes: anais**. Dourados: Embrapa



Agropecuária Oeste, 2006. 1 CD-ROM (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82).

LIMA FILHO, O. F. et al. The effect of silicon on nodulation and nitrogen fixation of soybean and bean under hydroponic conditions. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **[Proceedings...]**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005a. p. 110.

MARTÍNEZ-ROMERO, E. et al. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena* sp. trees. **International Journal of Systematic Bacteriology**, Washington, v. 41, n. 3, p. 417-426, 1991.

MERCANTE, F. M. **Uso de *Leucaena leucocephala* na obtenção de *Rhizobium* tolerante a temperatura elevada para inoculação do feijoeiro.** 1993. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MERCANTE, F. M.; FRANCO, A. A. Expressão dos genes *nod* de *Rhizobium tropici*, *R. etli* e *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* e estabelecimento da nodulação do feijoeiro na presença de exsudatos de sementes de *Mimosa flocculosa* e *Leucaena leucocephala*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 301-310, 2000.

NORRIS, D. O.; T'MANNETJE, L. The symbiotic specialization of African *Trifolium* spp. in relation to their taxonomy and their agronomic use. **East African Agricultural and Forestry Journal**, Nairobi, v. 29, p. 214-35, 1964.

VINCENT, J. M. **A manual for the practical study of root nodule bacteria.** London: International Biological Programme, 1970. 164 p. (IBP Handbook, 15).