



## FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DE NITROGÊNIO EM SOJA CULTIVADA EM PERLITA E SUPLEMENTADA COM SILICATO DE SÓDIO

Oscar Fontão de Lima Filho <sup>(1)</sup> & Siu Mui Tsai <sup>(2)</sup>

(1) Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste – Embrapa, C.P. 661, CEP 79804-970, Dourados, MS, oscar@cpao.embrapa.br; (2) Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP, C.P. 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP, tsai@cena.usp.br

Palavras-Chave: Silício, Nodulação, Soja

### Introdução

A influência do Si sobre a interação rizóbio-soja ainda é pouco estudada. Trabalho de Grothge-Lima (1998) apresenta resultados que mostram diminuição no desenvolvimento e atividade dos nódulos (massa de nódulos e atividade da nitrogenase), com níveis elevados de silício em solução nutritiva (100 mg litro<sup>-1</sup>). Entretanto, o aumento no fornecimento de Si às plantas noduladas induziu aumento significativo no teor de N da parte aérea. Trabalhando com concentrações de Si bem mais baixas em solução nutritiva, Nelwamondo & Dakora (1999) obtiveram aumento significativo no número e massa de nódulos de *Bradyrhizobium* em caupi (*Vigna unguiculata*), bem como no N fixado. Em vista dos resultados, os autores sugerem a inclusão do silício em estudos sobre fixação biológica de nitrogênio e nodulação em leguminosas. Estudos ultraestruturais de nódulos radiculares de caupi mostraram que o aumento no rendimento da fixação simbiótica, devido ao suplemento com Si, deveu-se a um aumento no número de bacteróides e simbiosomas por célula infectada, as unidades que reduzem N<sub>2</sub> a NH<sub>3</sub> nos nódulos (Dakora, 2005).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do silicato de sódio, como fonte de silício, na produção de nódulos e na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico.

### Material e Métodos

Sementes de soja, cultivar MG BR – 22 (Garimpo Comum) foram colocadas para germinar em perlita dentro de vasos com capacidade para dois litros. As plantas foram irrigadas com solução nutritiva com 3 mM de N e água desionizada. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, estirpe CB 1809, previamente multiplicada em meio de cultura YM (yeast manitol). A semeadura ocorreu em 17/03/2006 e a colheita em 11/05/2006, no início do florescimento. Os tratamentos foram: 0, 10, 25, 50 e 100 mg litro<sup>-1</sup> de silício na forma de metassilicato de sódio pentahidratado (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O). O ensaio foi realizado em casa-de-vegetação com um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e dez repetições, com duas plantas por parcela. Foram mensurados a massa da matéria seca da parte aérea (folhas e hastes) e raízes, número e massa de nódulos

radiculares, determinados o teor de N do caule e folhas, teor de Si das folhas e atividade da enzima nitrogenase, por meio da redução do acetileno. Análises estatísticas foram feitas por meio do programa computacional Assistat, versão 7.3 beta, 2006 (Silva & Azevedo, 2002).

### **Resultados e Discussão**

A adição de Si ao substrato permitiu às plantas de soja absorverem e translocarem quantidades crescentes do elemento para a parte aérea. Os teores foliares de Si variaram entre 5,26 mg kg<sup>-1</sup> na testemunha até 10,27 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento com 50 mg litro<sup>-1</sup> de Si no substrato (**Figura 1 A**). No tratamento com 100 mg litro<sup>-1</sup> ocorreu uma redução no teor de Si foliar, provavelmente em virtude da polimerização do silício no substrato e conseqüente diminuição na absorção da molécula de ácido silícico pelas raízes de soja.

A suplementação com silício proporcionou maior vigor no crescimento das plantas, com aumento na matéria seca da parte aérea, notadamente folhas. A matéria seca das hastes foi semelhante entre os tratamentos, exceto para a testemunha, que foi significativamente menor (**Figura 1 B e C**). Por outro lado, não houve modificação no crescimento das raízes. A relação de massa entre a parte aérea e as raízes variou de 2,6 na testemunha até 3,4 no tratamento com nível mais elevado de silício.

A resposta simbiótica à adição crescente de silicato de sódio à perlita foi positiva. O número de nódulos aumentou significativamente nos dois últimos tratamentos, ao passo que a massa de nódulos por planta aumentou linearmente, particularmente para 100 mg litro<sup>-1</sup>. (**Figura 1 D e E**). A atividade da nitrogenase, por planta e por unidade de massa nodular, diminuiu progressivamente com o aumento da disponibilidade de silício no substrato (**Figura 1 F e G**). Do mesmo modo, o tamanho médio dos nódulos, avaliado por meio da massa individual dos mesmos, diminuiu acentuadamente nos dois tratamentos mais altos com silício (**Figura 1 H**). Assim, verifica-se que ocorreu maior atividade da nitrogenase nos nódulos maiores ( $R=0,51^{**}$ ). Como o Si pode aumentar os mecanismos de defesa da planta, provavelmente por meio da biossíntese de isoflavonóides, é possível que a nutrição silicatada possa elicitar a síntese de flavonóides indutores de nod-gene, que são as moléculas sinalizadoras envolvidas nos estágios iniciais da formação dos nódulos (Dakora, 2005).

O teor foliar de N não variou significativamente pelo teste de Tukey, porém houve uma tendência de aumento em função dos níveis crescentes de Si no tecido fotoassimilador, sendo a correlação múltipla, entre os níveis de Si e N nas folhas, significativa ( $R=0,44^{**}$ ). Em virtude do aumento da massa foliar, o conteúdo de N também aumentou significativamente com a adição de Si às plantas. (**Figura 1 I e J**).

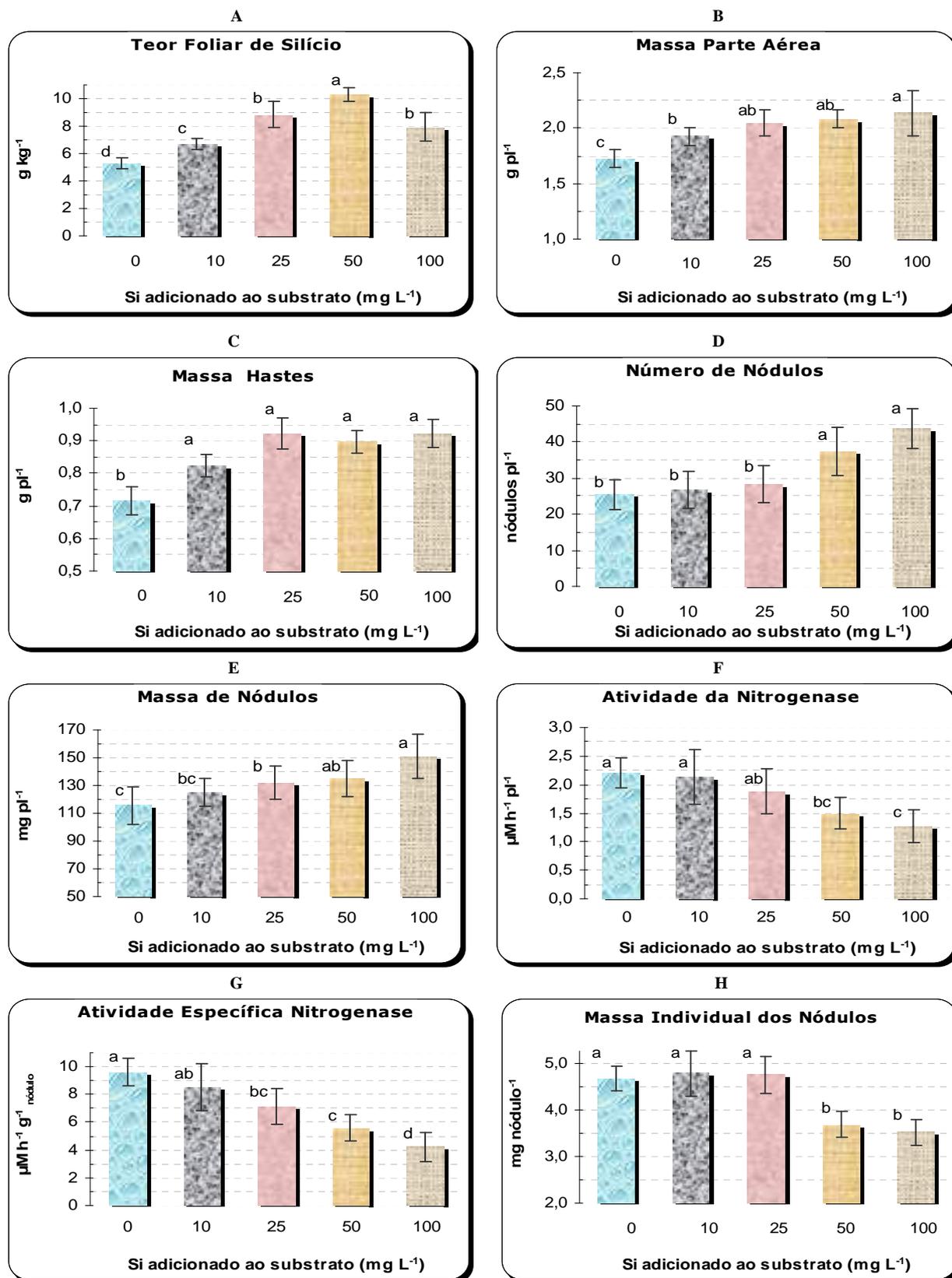
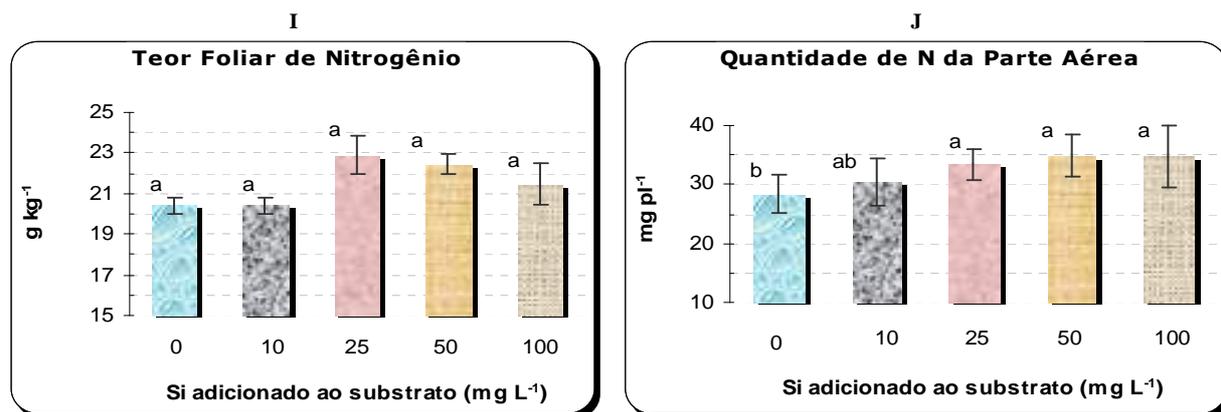


Figura 1. Parâmetros de crescimento, nutricionais e de fixação simbiótica do nitrogênio de plantas de soja (cv. MG BR – 22) submetidas a níveis crescentes de silício ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) cultivadas em vasos em casa-de-vegetação. Comparação de médias pelo teste de Tukey a 1% de significância.



**Figura 1 (cont). Parâmetros de crescimento, nutricionais e de fixação simbiótica do nitrogênio de plantas de soja (cv. MG BR – 22) submetidas a níveis crescentes de silício ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) cultivadas em vasos em casa-de-vegetação. Comparação de médias pelo teste de Tukey a 1% de significância.**

### Conclusão

A suplementação com silício, tendo como fonte o metassilicato de sódio, aumentou o crescimento da parte aérea das plantas, bem como os componentes ligados à fixação simbiótica do nitrogênio: massa e número de nódulos. Por outro lado, ocorreu uma diminuição na atividade da nitrogenase e no tamanho médio dos nódulos nos tratamentos mais elevados com silício. As plantas absorveram níveis crescentes de silício até 50 mg litro<sup>-1</sup>. Com 100 mg litro<sup>-1</sup> ocorreu uma diminuição na absorção do elemento, mantendo-se um teor de Si foliar semelhante ao tratamento com 25 mg litro<sup>-1</sup>.

### Referências Bibliográficas

- Dakora, F.D. Silicon nutrition and N<sub>2</sub> fixation in symbiotic legumes In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3, Uberlândia, 2005. **Resumos...** Uberlândia: UFU, UF,SBCS, SBF, 2005. p. 133.
- Grothge-Lima, M.T. Interrelação cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), nodulação (*Bradyrhizobium japonicum*) e silício em soja [*Glycine max* (L.) merrill]. Piracicaba, 1998. 58p. Tese (Doutorado), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- Nelwamondo, A.; Dakora, F.D. Silicon promotes nodule formation and nodule function in symbiotic cowpea (*Vigna unguiculata*). **New Phytologist**, v.142, p.463-467, 1999.
- Silva, F. de A. S.; Azevedo, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p. 71-78, 2002.