

## **NODULAÇÃO E CRESCIMENTO DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium elkanii* E DA APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO**

Pedro Barbosa Silva<sup>1</sup>, Lucas Emanuel Lopes<sup>1</sup>, Myrella de Mello Domingues<sup>1</sup>, Jorge González Aguilera<sup>1</sup> e Fábio Steiner<sup>1</sup>

Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

### **PROBLEMÁTICA**

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma da cultura leguminosa que vem sendo amplamente cultivado em áreas de reformas de canaviais e pastagens degradadas (CRUSCIOL et al., 2019; STEINER et al., 2021). No entanto, os sistemas de produção de amendoim ainda precisa superar alguns desafios devido à baixa fertilidade e alta acidez dos solos tropicais do Cerrado. O molibdênio (Mo) é um micronutriente importante para o crescimento das plantas, especialmente para as espécies leguminosas, como o amendoim, que tem capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>). A importância do Mo deve-se à sua participação como elemento estrutural da nitrogenase, enzima que controla o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) através dos rizóbios (FAGERIA et al., 2015). Portanto, a baixa disponibilidade de Mo no solo pode impactar severamente a FBN e a absorção de N (CRUSCIOL et al., 2019).

Os solos do Cerrado brasileiro são geralmente ácidos. Nessas condições, quando o pH do solo é menor que 5,2, a disponibilidade de Mo para as plantas é extremamente baixa, o que resulta na deficiência desse micronutriente nas plantas (QUAGGIO et al. 2004). Portanto, em muitas situações, as aplicações de calcário e de Mo são necessárias para fornecer disponibilidade adequada de Mo às plantas (CRUSCIOL et al., 2019). O Mo é requerido em pequenas quantidades pelas plantas e pode, portanto, ser aplicado via tratamento das sementes ou via aplicação foliar (NUNES et al. 2017; CRUSCIOL et al. 2019; STEINER et al. 2021). A aplicação foliar de Mo tem sido mais eficazes do que a aplicação no solo, especialmente em solos ácidos, devido ao menor efeito do processo de adsorção deste micronutriente no solo (VALENCIANO et al., 2011). No entanto, estudos que avaliaram a eficiência da adubação foliar de Mo em lavouras de amendoim inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium* sp. na região do Cerrado Sul-Mato-Grossense ainda são escassos e incipientes.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

As respostas de produtividade à adubação foliar de Mo em culturas leguminosas têm sido reportadas em solos tropicais ácidos, como soja (DOURADO-NETO et al., 2012), amendoim (CRUSCIOL et al., 2019) e feijão comum (SILVA et al., 2017). Crusciol et al. (2019) relataram que a inoculação de *Bradyrhizobium* sp. e a adubação foliar de Mo pode aumentar a produtividade de vagens do amendoim.

A resposta da adubação foliar de Mo em melhorar a produtividades das culturas leguminosas está frequentemente relacionada ao aumento da nodulação e da capacidade da planta de fixar nitrogênio (N). A adubação foliar de Mo pode aumentar a atividade das enzimas nitrogenase e nitrato redutase, aumentando a absorção de N pelas plantas (SILVA et al., 2017). Portanto, práticas agrícolas sustentáveis que otimizem a FBN, como a fertilização com Mo e a inoculação com rizóbios, são essenciais para aumentar a produtividade e a rentabilidade do amendoim no Brasil.

Este estudo foi realizado para avaliar a eficiência da inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* e da adubação foliar de Mo na nodulação e no crescimento das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. IAC Tatu ST) cultivadas em solo arenoso moderadamente ácido do Cerrado brasileiro.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento de campo foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia – MS (51°48' W, 19°05' S e altitude média de 470 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico órtico latossólico (NQo), profundo, bem drenado e de textura arenosa (95 g kg<sup>-1</sup> de argila, 50 g kg<sup>-1</sup> de silte e 855 g kg<sup>-1</sup> de areia). Antes do início do experimento, área experimental vinha sendo ocupada com pastagem em alto nível de degradação.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pela inoculação ou não das sementes com *Bradyrhizobium elkanii*. As subparcelas foram constituídas pela aplicação de cinco doses de molibdênio (0, 25, 50, 100 e 150 g ha<sup>-1</sup>) via aplicação foliar, no pré-florescimento do amendoim aos 32 dias após a emergência das plantas (DAE). A fonte de molibdênio utilizada foi o fertilizante Nodulus<sup>®</sup> Premium 125, foliar, contendo 10% de Mo. A inoculação das sementes com *B. elkanii* foi realizada com o inoculante líquido Gelfix 5<sup>®</sup> contendo as estirpes Semia 587 e SEMIA 5019 (concentração mínima de 5 x 10<sup>9</sup> células viáveis por mL), na dosagem de 4 mL kg<sup>-1</sup> de semente. Cada unidade experimental foi constituída de quatro linhas de amendoim no espaçamento entrelinhas de 0,50 m, sendo que as avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

A semeadura do amendoim foi realizada utilizando-se o cultivar IAC Tatu ST de porte ereto, ciclo curto de 90 a 100 dias. A adubação de semeadura foi realizada com aplicação de 900 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 04-14-08 no sulco de semeadura.

Aos 50 dias, no estádio entre o início do florescimento e início da formação dos ginóforos, foram coletadas 5 plantas aleatórias por parcela, utilizando-se um enxadão na profundidade de 0,0 a 0,25 m. Em seguida, as plantas foram levadas ao laboratório para lavagem do sistema radicular e contagem do número de nódulos por planta. Após a secagem do material vegetal em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas determinou-se a matéria seca de nódulos, da parte aérea e das raízes. As folhas de amendoim também foram utilizadas para a avaliação dos teores de N no tecido foliar.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão polinomial e as equações significativas ( $p \leq 0,05$ ) com os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram ajustadas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar<sup>®</sup> versão 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *B. elkanii* afetou significativamente ( $P < 0,05$ ) o número de nódulos por planta, matéria seca de nódulos, teor de N foliar e matéria seca da parte aérea das plantas (Tabela 1). Os resultados reportaram que a inoculação resultou no aumento de 52% no número de nódulos por planta, de 32% na matéria seca de nódulos por planta e de 27% no teor de N nas folhas de amendoim em relação as plantas não inoculadas. Este aumento no estabelecimento de nódulos nas raízes das plantas pode ter sido melhorado em decorrência do baixo número de rizóbios nativos no solo, pois pode-se verificar baixa nodulação das plantas no tratamento controle. Segundo Crusciol et al. (2019), em algumas condições a população de rizóbios nativos do solo pode estar reduzida, tais como em áreas submetidas a temperaturas elevadas ou à baixa umidade do solo, ou em áreas sem histórico de cultivo anterior com leguminosas, como em área de reforma de pastagem degradadas. Portanto, a inoculação



das sementes pode ser um fator determinante para o aumento da produtividade do amendoim em regiões tropicais.

O número de nódulos e a matéria seca dos nódulos aumentaram linearmente com o aumento da dose de Mo aplicada via foliar (Figura 1). O número de nódulos aumentou de 227 para 338 nódulos por planta, indicando que houve aumento de 49% comparando-se o número de nódulos na ausência de Mo e com a aplicação foliar de 150 g ha<sup>-1</sup> de Mo (Figura 1A). A matéria seca de nódulos aumentou de 218,4 mg planta<sup>-1</sup> para 337,4 mg planta<sup>-1</sup>, indicando que houve aumento de 54% comparando-se a massa de matéria seca de nódulos na ausência de Mo e com a aplicação foliar de 150 g ha<sup>-1</sup> de Mo (Figura 1B).

Os teores mais elevados de N nas folhas de amendoim (42,5 g kg<sup>-1</sup>) foram obtidos com a aplicação foliar de 90 g ha<sup>-1</sup> de Mo (Figura 1C). Este aumento nos teores de N nas folhas de amendoim com as doses de Mo pode ter ocorrido devido ao fato desse micronutriente desempenhar um papel indispensável na atividade das enzimas nitrogenase. Segundo Fageria et al. (2015), o Mo é cofator das enzimas nitrogenase e nitrato redutase e, estas enzimas são responsáveis pela assimilação do N atmosférico e pela conversão do N na forma de nitrato e nitrito, respectivamente. A maior produção de matéria seca da parte aérea das plantas de amendoim foi obtida com a aplicação foliar de 80 g ha<sup>-1</sup> de Mo (Figura 1D). Por sua vez, a aplicação foliar de Mo não afetou significativamente a produção de matéria seca das raízes de amendoim.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e a aplicação foliar de molibdênio são práticas agrícolas eficientes e sustentáveis que podem ser recomendadas aos produtores brasileiros de amendoim na região do Cerrado brasileiro, por melhorarem a nodulação, a fixação biológica de N e o crescimento das plantas de amendoim. A dose ótima de aplicação foliar de Mo na cultura do amendoim para os solos arenosos na região do Cerrado brasileiro pode variar de 80 a 90 g ha<sup>-1</sup> de Mo.

### LITERATURA CITADA

CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI-NETO, J.; MUI, T. S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A.; RIBEIRO, L. C.; COSTA, N. R. Rhizobial inoculation and molybdenum fertilization in peanut crops grown in a no tillage system after 20 years of pasture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, e0170399, 2019.

DOURADO-NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; SILVA, M. R.; PAVINATO, P. S.; HABITZREITER, T. L. Mineral fertilizer with cobalt and molybdenum in soybean crops. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p.:2741-52, 2012.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. Molybdenum requirements of dry bean with and without liming. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.46, n.8, p.965-78, 2015.

NUNES, R. T. C.; SOUZA, U. O.; ARAUJO NETO, A. C.; MORAIS, O. M. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdênio e da população de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3. p. 533-42, 2017.

QUAGGIO, J. A.; GALLO, P. B.; OWINO-GERROH, C.; ABREU, M. F.; CANTARELLA, H. Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 659-664, 2004.

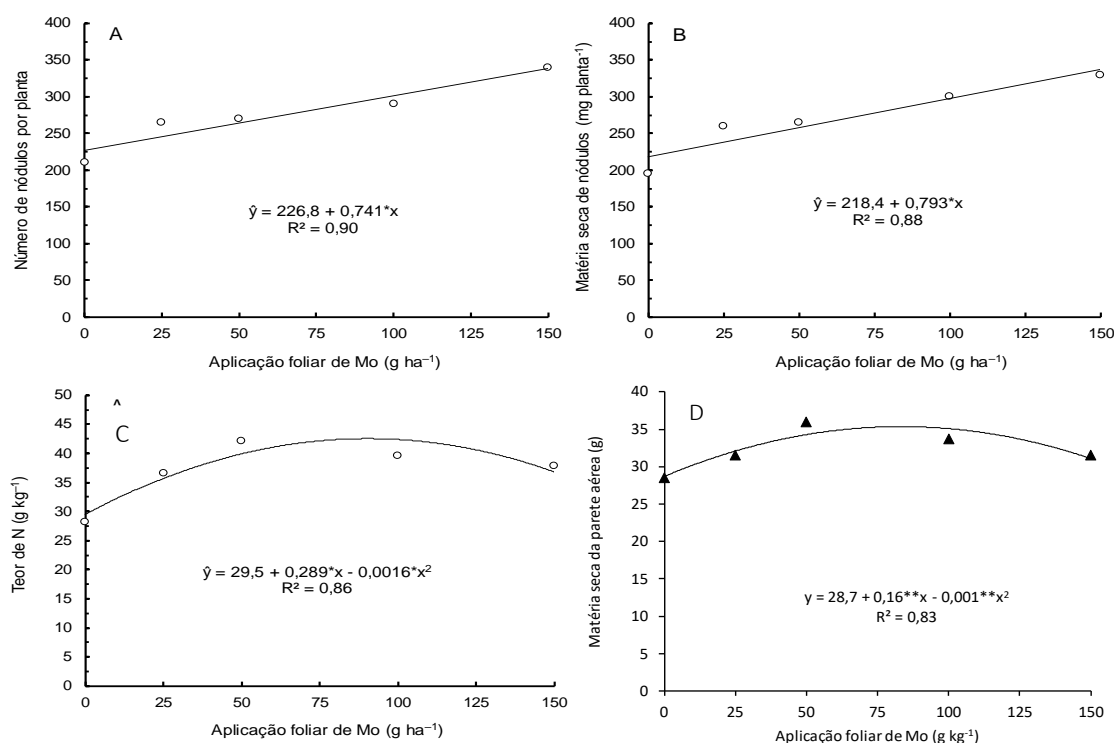
SILVA, A.; FRANZINI, V. I.; PICCOLLA, C. D.; MURAOKA, T. Molybdenum supply and biological fixation of nitrogen by two Brazilian common bean cultivars. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.2, p.100-105, 2017.

STEINER, F., L. F. M. QUEIROZ, A. M. ZUFFO, K. C. SILVA, AND I. M. O. LIMA. 2021. Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. *Agronomy Journal*, v.113, n.1, p.623-632, 2021.

**Tabela 1.** Efeito da inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* no número de nódulos por planta, matéria seca de nódulos, teor foliar de nitrogênio, e matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cultivar IAC Tatu ST) cultivadas em solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

Inoculação das sementes	Número de nódulos por planta	Matéria seca de nódulos (mg)	Teor de N foliar (g kg <sup>-1</sup> )	Matéria seca da parte aérea (g)	Matéria seca das raízes (g)
Controle	218 b	233 b	35,3 a	29,1 b	12,1 a
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	332 a	307 a	36,7 a	34,7 a	13,7 a
CV (%)	17,42	18,78	8,12	10,87	17,41

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Efeito da adubação foliar de molibdênio no número de nódulos por planta (A), matéria seca de nódulos (B), teor de N foliar (C) e matéria seca da parte aérea (D) das plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cultivar IAC Tatu ST) cultivado em solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.