

Nodulação da cultura da soja em função da aplicação de micronutrientes via semente ⁽¹⁾.

**Jader Luis Nantes Garcia ⁽²⁾; Rubia Renata Marques ⁽³⁾; Alexandra Sanae Maeda ⁽⁴⁾;
João Pulcherio Neto ⁽⁵⁾; Luiz Fernando de Oliveira Vicente ⁽⁶⁾; Dirceu Maximino
Fernandes ⁽⁷⁾.**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Católica Dom Bosco - UCDB ⁽²⁾ Estudante de Mestrado em Agronomia, Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP. Rua José Barbosa de Barros, 1780 Fazenda Experimental Lageado 18610-307 - Botucatu, SP – Brasil Telefone: (14) 38117169. Email: jader_nantes@hotmail.com

⁽³⁾⁽⁴⁾ Docentes do Curso de agronomia - UCDB; ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Graduados em agronomia pela Universidade, Católica Dom Bosco Professor; ⁽⁷⁾ Professor Titular do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu– UNESP.

RESUMO: A aplicação de micronutrientes como molibdênio e cobalto via semente vem sendo uma prática comum para o cultivo de soja no Brasil têm sido usado recentemente junto a esta aplicação o níquel, devido a sua participação no processo de fixação biológica de nitrogênio na soja. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de micronutrientes via semente na nodulação de duas variedades de soja. O experimento foi realizado na base de pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco, pertencente ao município de Campo Grande-MS. O delineamento experimental foi em blocos causalizados, com cinco repetições, sendo os tratamentos dispostos no esquema fatorial 2x2x4, constituídos por duas variedades de soja FTS Campo Mourão RR e a BMX Potência RR, dois produtos comerciais (Profol Comol® 225 FIX líquido, que contém 15% de molibdênio, 1,5% de cobalto) e o produto NiComo® Dry com 22, 2,2 e 1,0% de molibdênio, cobalto e níquel, respectivamente) e quatro repetições. A aplicação do produto fonte de cobalto e molibdênio influenciou positivamente as variáveis analisadas, independente da variedade. Já a aplicação do produto fonte de cobalto, molibdênio e níquel, influenciou apenas uma das variedades analisadas.

Termos de indexação: Nódulos, Cobalto e Molibdênio.

INTRODUÇÃO

Uma característica importante da planta de soja é a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, por meio do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), resultante da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Essa simbiose resulta na formação de pequenos nódulos na raiz desta leguminosa, beneficiando na obtenção do nitrogênio para o desenvolvimento da cultura.

Sobre o processo FBN deve-se dispensar atenção especial aos micronutrientes cobalto (Co) e molibdênio (Mo), pois participam diretamente deste processo (Taiz & Zeiger 2004, Broch & Ranno 2005).

O molibdênio caracteriza-se por ser o micronutriente de maior importância para a fixação biológica do que propriamente para o metabolismo da planta, fazendo parte da molécula da nitrogenase (enzima necessária para a fixação simbiótica do N₂) e da redutase do nitrato (que catalisa a redução do NO₃⁻ a NO₂⁻) (Sfredo & Borkert 2004). O cobalto é essencial para as leguminosas, pois faz parte da estrutura da vitamina B12, vital na formação da molécula de leghemoglobina, e esta por sua vez determina a atividade dos nódulos regulando a tensão de oxigênio (O₂) no bacterióide (Malavolta 2006).

Durante muito tempo o níquel foi considerado um elemento tóxico para as plantas, hoje faz parte da lista dos elementos considerados essenciais. Todas as espécies vegetais possuem a enzima urease, que desdobra uréia em amônia (NH₃) e gás carbônico (CO₂) (Malavolta 2006). A urease não é ativa na ausência de Ni (Alcarde et al. 2002).

De acordo com Bai et al. (2006) a economia de nitrogênio (N) pelas plantas esta ligada à hidrólise da uréia, a qual é desfavorecida em condições de deficiência de níquel, ocasionando com isto uma redução no metabolismo do N e conseqüentemente ocorre acúmulo de uréia.

Em função da sua importância, numerosos estudos têm sido realizados sobre a cultura da soja visando aspectos fitotécnicos, abrangendo parâmetros que conduzam a uma nutrição adequada (Saturnino & Landers 1997).

Em função do exposto o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de micronutrientes via semente na nodulação de duas variedades de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Fazenda Escola Instituto São Vicente pertencente à Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no município de Campo Grande/MS, situado a 637 m de altitude, 20°27' S e 54°37' W, no ano agrícola 2010, sucedendo o cultivo de milho consorciado com capim piatã.

O delineamento experimental foi em blocos causalizados, com cinco repetições, sendo os tratamentos dispostos no esquema fatorial 2x2x4, constituídos por duas variedades de soja FTS Campo Mourão RR e a BMX Potência RR, dois produtos comerciais (Profol Comol® 225 FIX líquido, que contém 15% de molibdênio, 1,5% de cobalto) e o produto NiComo® Dry com 22, 2,2 e 1,0% de molibdênio, cobalto e níquel, respectivamente) e quatro repetições.

Os tratamentos foram aplicados via semente na seguinte dosagem para o produto Profol Comol® 225 FIX: 0; 1,43; 2,8 e 5,6 ml por Kg de semente. Para o produto NiComo® Dry as dosagem foram de 0; 0,71; 1,42 e 2,84 g por kg de semente.

Aos 35 dias após a emergência da soja, por ocasião do florescimento, foi realizada a coleta de três plantas por parcela, onde se coletou todas as raízes das plantas na profundidade de 0,2 m com auxílio de enxadão e pá de ponta. Após essa etapa as raízes foram lavadas em água corrente sob uma peneira de malha de 2 mm, e após a lavagem os nódulos foram separados das raízes e contados. Posteriormente foram secos em estufa com circulação de ar forçada à 65 °C, até atingir massa constante e após essa etapa os nódulos foram pesados para obtenção da massa seca dos nódulos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguindo o esquema fatorial. As médias referentes as fontes foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR. Enquanto o efeito das doses foi avaliado mediante análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do produto Profol Comol® 225, fonte de cobalto e molibdênio influenciou significativamente a variável número de nódulos por planta apenas para a variedade FTS Campo Mourão (Figura 1), onde se observou aumento do número de nódulos por planta, à medida que as doses foram elevadas, sendo que, para as doses de 1,4, 2,8 e 5,6 mL por kg de semente do produto. O número de nódulos aumentou 32,2 %, 34,5% e 13,8%, em relação ao tratamento onde não foi aplicado o produto a base de cobalto e molibdênio.

Tanto para massa seca de nódulos, quanto para número de nódulos por planta, a partir da dose 2,8 mL kg de semente os valores observados para ambas variáveis diminuíram (Figura 01).

A redução na nodulação em função da aplicação de doses elevadas, no caso deste estudo, a maior dose foi de 5,6 mL kg de sementes do produto fonte de Co e Mo corroboram com as observações feitas por Campo & Hungria (2000) quando avaliaram a importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂ na cultura da soja, e também com os resultados observados por Campo et al., (1999) que verificaram que produtos utilizados por agricultores, contendo Co e Mo, quando aplicados nas sementes de soja no momento da inoculação, reduzem a nodulação da soja e, por consequência, o potencial de FBN.

Dourado Neto et al., (2012), obtiveram média de número de nódulos de 22,87 e 27,17 em amostragens realizadas aos 29 e 51 dias após a emergência, respectivamente, quando efetuaram aplicação de Co e Mo via sementes. Esses valores estão abaixo dos observados para a variedade STF Campo Mourão, que foi avaliada na floração (cerca de 55 DAE).

Observou-se que de acordo com o aumento da dose do produto Profol Comol® 225 a massa seca de nódulos aumentou de forma quadrática até a dose de 2,8 mL por Kg de semente para as duas variedades de soja estudada, e a partir dessa dose a massa seca diminuiu. Entretanto a variedade Campo Mourão apresentou maior quantidade massa seca quando comparada com a variedade BMX Potência, principalmente quando se aplicou a dose de 1,4 mL por Kg de semente do produto utilizado.

Quando se aplicou o produto NiComo® Dry que é fonte de Cobalto Molibdênio e Níquel a variável número de nódulo,s somente a variedade BMX potencia foi influenciada significativamente. Mesmo efeito foi observado para a variável massa seca, onde nas mesmas doses o número sofreu redução na quantidade de nódulos e aumentou o número quando utilizou-se a maior dose de 2,8 g por kg de semente. Esse resultado discorda com as observação feitas por Hungria e Campos (2000), que observaram que a aplicação de micronutrientes via semente em doses elevadas pode reduzir a nodulação.

A massa seca de nódulos foi influenciada significativamente somente para a variedade BMX potência, onde se observou uma queda na massa seca quando se aplicou o produtos nas doses de 0,71 e 1,4 g kg de semente, entretanto quando se aplicou a maior dose, 2,8 g kg de sementes a massa seca aumentou significativamente, indicando

que é necessário o uso de doses elevadas para que ocorra maior nodulação em plantas de soja.

Klucas et al., (1983) relataram que o níquel trata-se de um elemento que apresenta relação com a fixação simbiótica de N, por elevar a atividade da hidrogenase em bacterióides isolados nos nódulos. Para Ureta et al., (2005) o baixo nível de níquel normalmente encontrado nos solos brasileiros pode limitar a atividade da hidrogenase simbiótica de *Rhizobium leguminosarum*. No presente estudo, a baixa nodulação observada no tratamento controle e nas doses menores podem estar associadas à presença de baixos níveis do elemento no solo experimental.

Na comparação entre os produtos, as variáveis número e massa seca de nódulos apresentaram maiores valores quando foi feita a aplicação do produto Profol Comol® 225, fonte de cobalto e molibdênio (Figuras 1 e 2). No caso do presente estudo pode-se dizer que a aplicação de Níquel em baixas dosagens pode ter contribuído para a redução do número e massa de nódulos obtidos.

Milleo et al., (2009) apud Casarin (2010), comparando dois produtos fonte de micronutrientes, sendo um fonte de Co e Mo, e o outro fonte de Co, Mo e Ni, na cultura da soja observou superioridade do produto fonte de Co, Mo e Ni aplicado via sementes, que apresentou diferença de 365 kg há⁻¹ a mais de grãos, quando comparado ao tratamento fonte de Co e Mo. No presente estudo, o uso do produto contendo Co e Mo, resultou em maior número e peso de nódulos, discordando dos resultados observados pelos autores supramencionados, no entanto neste ensaio além da comparação dos produtos foi avaliada a eficiência de diferentes doses dos micronutrientes.

CONCLUSÕES

A aplicação do produto fonte de cobalto e molibdênio influenciou positivamente as variáveis analisadas, independente da variedade. Já a aplicação do produto fonte de cobalto, molibdênio e níquel, influenciou apenas uma das variedades analisadas.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.C.; GOMES, F.P.; MALAVOLTA, E. In: **Os elementos e sua ação específica**. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, p. 11-15, 2002.

BAI, C.; REILLY, C. C.; WOOD, B.W. **Nickel deficiency disrupts metabolism of ureides, amino acids, and organic acids of young pecan foliage**. Plant Physiology, v. 140, n. 2, p. 433- 443, 2006.

BROCH, D.L.; RANNO, S.K. **Efeito da aplicação de molibdênio e cobalto na produtividade da soja**. In: XXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, Cornélio Procópio. Resumos, EMBRAPA SOJA, p.455-456, 2005.

CAMPO, R.J.; ALBINO, U.B; HUNGRIA, M. **Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação biológica do N₂ em soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 7p. (Embrapa Soja. Pesquisa em Andamento, 19).

KLUCAS, R.V.; HANUS, F.J.; RUSSEL, S.A.; EVANS, H.J. Nickel: a micronutrient element for hydrogen-dependent growth of *Rhizobium japonicum* and for expression of urease activity in soya leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 80, n. 8, p. 2253-2257, 1983.

NETO, D. D. et al. **Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2741-2752, 2012

MILLEÓ et al., 2009 apud CESARIN, V. Palestra Manejo de micronutrientes na cultura da soja, proferida por CESARIN, V. durante o décimo encontro técnico na Fundação MT. 2010.

MALAVOLTA, E. Funções dos macro e micronutrientes. MALAVOLTA, E. In: **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 2006. p. 126-402.

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J.N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Goiânia: APCD, p.116, 1997.

SFREDO, G. J. ; BORKERT, C. M. LANTAMANN, A. F.; MEYER, M. C. N.; MANDARINO, J.M. G.; OLIVEIRA, M. C. N. **Molibdênio e cobalto na cultura da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, Circular Técnica, p.16, 1997.

TAIZ L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 3 ed. Sunderland, MA, Sinauer Associates. p.792, 2004.

URETA, A.C.; IMPERIAL, J.; RUIZ-ARGÜESO, T.; PALACIOS, J.M. *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae symbiotic hydrogenase activity and processing are limited by the level of nickel in agricultural soils. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, 11, p. 7603-7606, 2005.

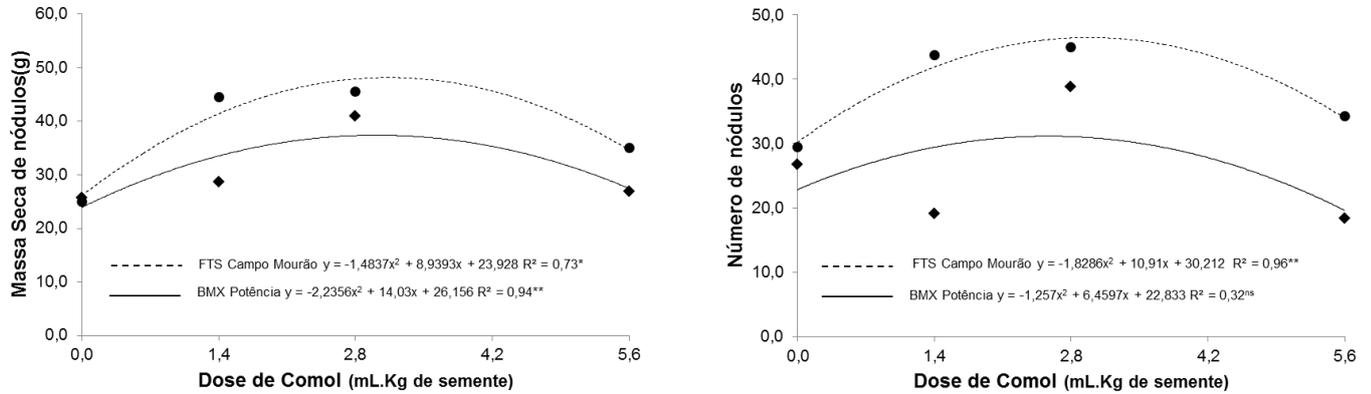


Figura 01. Número e massa seca de nódulos em função da aplicação de doses de Profol Comol® 225 em sementes de soja. Campo Grande, MS – 2010.

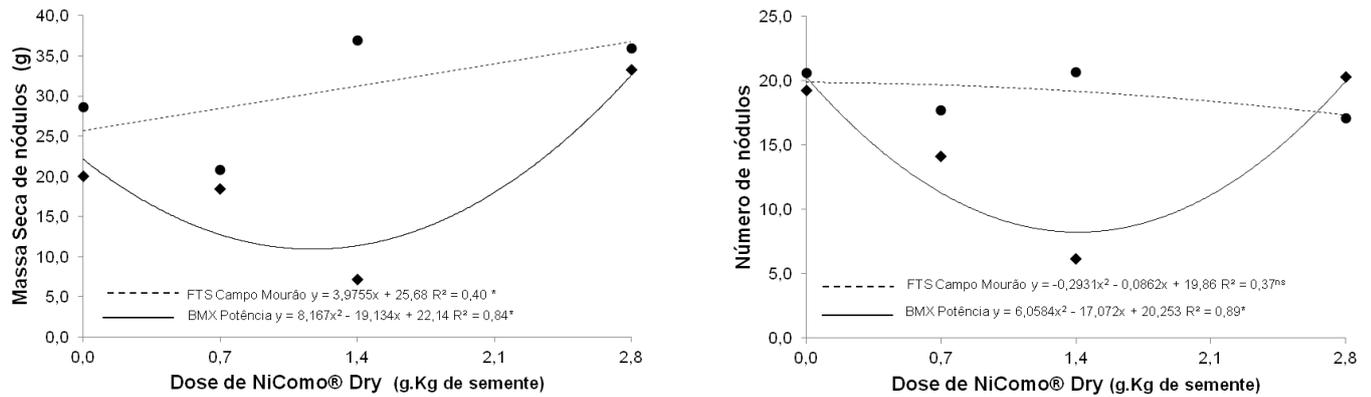


Figura 02. Número e massa seca de nódulos em função da aplicação de doses de NiComo® Dry em sementes de soja. Campo Grande, MS – 2010.