

## APLICAÇÃO DE COBALTO E MOLIBDÊNIO NA CULTURA DA SOJA

Bruno Aparecido Pegoraro Agnes<sup>1</sup>, Vinicius Sebastiani<sup>1</sup>, Rayane Monique Sete da Cruz<sup>2</sup> e Odair Alberton<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discentes do curso em engenharia agrônoma da Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama – PR.  
E-mail: bruno.pegoraro123@hotmail.com, viniciussebastiani@hotmail.com

<sup>2</sup>Discente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura – UNIPAR, Umuarama – PR. E-mail: rayanesete@hotmail.com

<sup>3</sup>Docente Programa de Pós-graduação em Plantas Medicinais e Fitoterápicos na Atenção Básica – UNIPAR, Umuarama – PR. E-mail: odair@prof.unipar.br

**RESUMO:** O cultivo da soja tem exigido uso intensivo de técnicas agrícolas modernas promovendo uma retirada crescente de micronutrientes dos solos o que acarreta alterações no estado nutricional das plantas. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da aplicação foliar de molibdênio e cobalto no desenvolvimento da cultura da soja. O experimento foi conduzido por delineamento em bloco casualizado, com 3 tratamentos sendo, testemunha com zero de CoMo; tratamento com 8 mL e 10 mL de CoMo ha<sup>-1</sup> em 3 repetições em estágio V5. Foram avaliadas a altura de planta, número de vagens por planta, peso de mil grão e produção final. Houve diferença significativa entre o controle sem a adição de CoMo e os tratamentos com a adição de CoMo, sendo que a adição de CoMo aumentou altura de planta, número de vagens por planta, peso de mil grão e produção final. Não houve diferença significativa entre a adição de 8 ou 10 mL de CoMo. Conclui-se que a aplicação de CoMo de 8 mL ha<sup>-1</sup> na soja entre V4 e V6 aumenta o número de vagens por plantas, o peso de mil grãos e consequentemente a produção final.

**PALAVRAS-CHAVE:** Glycine max, estado nutricional, Cobalto e Molibdênio.

## APPLICATION OF COBALTO AND MOLYBDENUM IN SOYBEAN

**ABSTRACT:** Soybean cultivation has required the intensive use of modern agricultural techniques, promoting an increasing withdrawal of micronutrients from the soil, which causes changes in the nutritional status of the plants. The objective of this work was to verify the effect of foliar application of molybdenum and cobalt on the development of soybean crop. The experiment was conducted by a randomized block design, with 3 treatments being, control with zero of CoMo; treatment with 8 mL and 10 mL of CoMo ha<sup>-1</sup> in 3 replicates at V5 stage. Plant height, number of pods per plant, weight of one thousand grains and final production were evaluated. There was a significant difference between the control without the addition of CoMo and the treatments with the addition of CoMo. Therefore the addition of CoMo increased plant height, number of pods per plant, weight of a thousand grains and final production. There was no significant difference between the additions of 8 or 10 mL of CoMo. It was concluded that the application of CoMo of 8 mL ha<sup>-1</sup> in soybean between V4 and V6 increases the number of pods per plants, the weight of a thousand grains and consequently the final production.

**KEY WORDS:** Glycine max, nutritional status, Cobalt and Molybdenum

## INTRODUÇÃO

A planta de soja é originária da costa leste da Ásia, na China, e classificada como pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine*, espécie *max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill (Embrapa, 2004).

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo e seu alto teor de proteínas proporcionou múltipla utilização dos seus grãos, além da formação de um complexo industrial (Arantes; Souza, 1993).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. A cultura ocupa uma área de 33,890 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 113,923 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 3,362 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2017).

Para obtermos resultados positivos na produção de soja é levado em consideração alguns fatores muito importantes. São eles planejamento da lavoura, calagem, época de plantio, espaçamento, variedades indicadas, adubação, adubações foliares, tratamentos de sementes, velocidade de plantio, manejo da cultura durante o ciclo, clima e tempo (Sfredo; Oliveira, 2010)

O uso de inoculante com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium* é, atualmente, uma tecnologia indispensável para a cultura da soja a eficiência dos micro-organismos tem possibilitado altos rendimentos na fixação de nitrogênio mineral (Alves et al., 2003).

Segundo Hungria et al. (2007) a aplicação da tecnologia acaba reduzindo a eficiência da semeadura, pois é tomado um tempo muito grande para realizar a inoculação, entretanto a eficiência dessa prática acaba sendo alterada por fatores edafoclimáticos, além de práticas de manejo, como o tratamento de sementes com fungicidas antes da inoculação. Nova forma de inoculação na forma líquida direto no sulco de plantio tem se tornado uma prática mais rápida e compatível, sendo recomendada tecnicamente.

A maior parte das áreas com soja, todavia, é cultivado no sistema plantio direto (SPD), que promove um ambiente ecológico diferenciado daquele do sistema convencional, particularmente nos primeiros centímetros do solo, cujas reduções na temperatura e nas oscilações térmicas e incremento na umidade do solo favorecem a atividade microbiana (Campos; Gnatta, 2006).

O aumento na produtividade da soja e por consequência, a diminuição do custo relativo no uso de micronutrientes como cobalto e principalmente molibdênio, pela sua

influência na fixação simbiótica de nitrogênio na soja, têm motivado produtores a utilizar esses elementos na adubação foliar e no tratamento de semente da cultura da soja (Ceretta et al., 2005)

O molibdênio (Mo) é um micronutriente que desempenha papel fundamental na nutrição das plantas, sua função está relacionada com o metabolismo do nitrogênio e fazendo parte de duas metaloenzimas: a nitrogenase que participa na fixação simbiótica do nitrogênio e a redutase do nitrato que atua na redução do nitrato à amônia na planta (Araújo et al., 2008).

O cobalto (Co) é um micronutriente necessário para a síntese da cobalamina (Vitamina B12), a qual participa das reações metabólicas para a formação da leghemoglobina, onde esta tem grande afinidade com o oxigênio, e regula sua concentração nos nódulos impedindo a inativação da enzima nitrogenase (Ceretta et al., 2005).

No ano de 1996 ocorreu o lançamento da tecnologia de aplicação de Cobalto e Molibdênio na soja, assim com o passar dos anos proporcionando um aumento de produtividade significativo passando de 2.175 kg ha<sup>-1</sup>, chegando em 2010 a 2.941 kg ha<sup>-1</sup>, chegando a 766 kg ha<sup>-1</sup> ou 12,77 sacas ha<sup>-1</sup>. Estimando que boa parte desse aumento se deve a esta tecnologia já que em experimentos houve acréscimo médio de 20% na produtividade (Embrapa, 2010). A aplicação de (Co e Mo) para a soja deu início numa recomendação de Mo na dose de 9 g ha<sup>-1</sup>, em solos onde o valor do pH do meio fosse menor que 4,8 em 1993 (Embrapa, 1993).

A falta dos micronutrientes Molibdênio, Cobalto tem se dado também pela função de exportação destes nutrientes pelas culturas na forma de grãos, fibras e colmos, no que se resulta na diminuição da disponibilidade destes micronutrientes nos solos cultivados com soja, assim 70% do molibdênio absorvido pelo soja é exportada pelos grãos (Oliveira et al., 2007).

O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da aplicação foliar de molibdênio e cobalto no desenvolvimento da cultura da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na safra de soja 2016/2017 no Sítio Goiás no Município de Cruzeiro do Oeste – PR, na estrada Rio do Anta, Km 2, localizado geograficamente com a latitude a 23°45'58.75"S e longitude 53°5'32.41" com uma altitude de 440 m, o solo é classificado como franco arenoso, é um solo misto formado de areia fina e areia grossa.

O experimento foi conduzido por delineamento em bloco casualizado, com 3 tratamentos e 3 repetições. As parcelas experimentais foram divididas em 6 espaçadas de 0,45 centímetros, e um comprimento de 5 metros, totalizando um total em média de 360 plantas por experimento. A variedade de soja utilizada foi Pionner 96Y90 RR, recomendada para a região e variedade adaptável ao tipo de solo, pelo sistema de semeadura direta em cima de uma palhada de pousio, cultivo anterior de mandioca, no qual, obteve-se uma produtividade de 40 ton ha<sup>-1</sup> após a colheita da mandioca será realizada a análise de solo, para correção de micro e macro nutrientes.

Antes da semeadura foi feito o tratamento das sementes com fungicida e inseticida, na semeadura foi realizada a inoculação no sulco através de implementos acoplados à semeadora, inoculado com *Bradyrhizobium*.

Foi realizado uma aplicação de CoMo Platinum (Cobalto e Molibdênio) fornecido pela Stoller, dividido em 3 tratamentos: uma testemunha com zero de CoMo; tratamento com 8 mL e 10 mL de CoMo ha<sup>-1</sup> em 18 litros de água.

A aplicação foi realizada com um pulverizador costal eletrônica com uma vazão constante, usado um bico do tipo leque para uma melhor cobertura de planta, aplicação de jato dirigido, soja em estágio V5.

Na colheita foram retiradas as linhas centrais das parcelas, usando facas de serra e canivete, e sacos plásticos para armazenarmos as plantas coletadas e medida a altura das plantas, após foram contadas as vagens planta<sup>-1</sup>, separado de mil grãos das parcelas pesados em balança eletrônica.

Para avaliação das variáveis como, massa de mil grãos e rendimento de grãos, foram consideradas apenas as duas linhas centrais, desprezando-se as linhas laterais e 0,5 m de cada extremidade como bordadura, ou seja, em cada parcela foram avaliadas 3,6 m<sup>2</sup> de área útil de cada parcela. O rendimento foi determinado com a umidade ajustada a 13% para cálculo de rendimento de grão em kg ha<sup>-1</sup>.

Para o cálculo da produção (Sc ha<sup>-1</sup>) foi utilizada a equação:

Plantas por ha (mil ha<sup>-1</sup>) x Vagens por planta x Sementes por vagens x Peso de mil grãos/60000.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas por meio do teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o programa estatístico SPSS versão 22.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 foram apresentados dados referentes à altura de planta, número de vagens por planta, peso de mil grãos e produção final. Observou-se diferença significativa entre o controle sem a adição de CoMo e os tratamentos com a adição de CoMo (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre a adição de 8 ou 10 mL de CoMo na soja em estágio V5 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Média da altura (cm planta ha<sup>-1</sup>), número de vagens por plantas (NVPP) (unidade planta ha<sup>-1</sup>), peso de mil grãos (g) e produção (sacas por ha<sup>-1</sup>) da soja sob diferentes doses de COMO.

Tratamentos	Altura	NVPP	Mil grãos	Produção
0 mL CoMo	0,99 ± 0,02b	36,13 ± 0,87b	1,49 ± 0,01b	61,66 ± 2,66b
8 mL CoMo	1,10 ± 0,01a	38,77 ± 0,35a	1,79 ± 0,03a	77,66 ± 1,20a
10 mL CoMo	1.09 ± 0,02a	39,30 ± 0,43a	1,78 ± 0,01a	79,00 ± 0,57a

Média ± erro padrão. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

De acordo com o estudo realizado por Kusdra e Ronzeli Júnior (2003) avaliando os efeitos isolados e combinados do Mo e o Co na soja, observaram que o Mo aumentou o teor de N na parte aérea, tornando a planta mais vigorosa e consequentemente aumentando o número de vagens, número de grãos por vagem e rendimento da cultura. Silva et al. (2011) também observaram que a aplicação de Co e Mo na soja aumentou significativamente a massa de 100 grãos, independente da forma de aplicação, se foliar ou via semente.

Nas características do número de vagens por planta, número de grãos, massa de mil grãos e produção de grãos, nota-se que a aplicação de Co e Mo em V5 aumentaram todos os parâmetros analisados. Verificou-se um aumento de 1.040 kg ha<sup>-1</sup> com a aplicação de CoMo, com tratamento de 0 mL sem CoMo, 8 mL com CoMo, 10 mL com CoMo. Estudo realizado por Sfredo e Oliveira (2010) em diversas partes do Brasil, verificaram que a aplicação de Co e Mo aumentou o rendimento de grãos da soja, com incrementos médios de aproximadamente 20% em relação ao controle.

O Co está entre os elementos mais benéficos para as plantas de um modo geral, assim ativando diversas enzimas sendo uma delas a isomerase de metilmalonil CoA, participando também da biossíntese dos núcleos pirrolicos, fazendo parte da estrutura de coenzima e da vitamina B12 que tem participação direta nas atividades dos nódulos (Faquin, 2005).

Segundo George et al. (1995), o Co é absorvido pela planta através do fluxo de massa na forma de  $\text{Co}^{2+}$ , e é translocado através dos quelatos com ácidos orgânicos, então é considerado pouco móvel no sistema floema da planta, este é acumulado na margem e ápices foliares, sua função na planta é participar no processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), participa de coenzimas e participa de reações enzimáticas, o excesso de cobalto reduz a interação do ferro e manganês na planta.

O Mo é um elemento também muito importante para as plantas quando refere-se à atividade respiratória, e componente de enzima nitrogenase a qual é relacionada a FBN (Faquin, 2005). É absorvido em quantidades muito baixas com níveis críticos de deficiência entre 0,1 e 0,5 mg kg ha<sup>-1</sup> na matéria seca, é absorvido na forma como molibdato pelo fluxo de massa transportado pelo xilema sendo que pode ser reduzida sua absorção quando entra em competição com o sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (Mengel; Kirkby, 1987).

A absorção do Mo de forma de  $\text{Mo}^{2-}$  que é favorecida pela presença de fósforo, Mo faz parte da redutase do nitrato e hidrogenase que faz o processo de nodulação. Os sintomas de deficiência na planta são clorose, encurvamento da folha velha e ausência de formação de lamina foliar presente apenas na curva principal (Fagan et al., 2007).

A resposta da aplicação de CoMo na soja foi significativa no aumento da altura de planta, número de vagens por planta, peso de mil grãos e produção final, sendo as doses de 8 a 10 mL de CoMo ha<sup>-1</sup> na cultura da soja em estágio V5.

## CONCLUSÃO

A aplicação de CoMo de 8 mL ha<sup>-1</sup> na soja entre V4 e V6 aumenta o número de vagens por plantas, o peso de mil grãos e consequentemente a produção final.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v. 252, p. 1-9, 2003.
- ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 537 p.
- ARAÚJO, G. A. A. et al. Misturas de herbicidas com adubo molibídico na cultura do Feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, p. 237-247, 2008.

BALÍK, J.; PAVLÍKOVÁ, D.; TLUSTOS, P.; SÝKORA, K.; CERNÝ, J. The fluctuation of molybdenum content in oilseed rape plants after the application of nitrogen and *sulphur* fertilizers. **Plant Soil & Environment**, Praha, v. 52, n. 7, p. 301-307, 2006.

CAMPOS, B.-H. C.; GNATTA, V. Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Cruz Alta, v. 30, p. 69-76, 2006.

CAMPO, R. J.; LANTMANN, A. F. Efeitos de micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio e produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1245-1253, 1998.

CERATTA, C. A. et al. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35(3), p. 576-581, 2005.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, primeiro levantamento. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, p. 108, Jun 2017.

EMBRAPA. Manejo do solo para a cultura da soja. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**, Londrina, v. 12, 1993.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil. Embrapa soja. **EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Londrina, 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/451526/tecnologias-de-producao-de-soja---regiao-central-do-brasil-2004>>. Acesso em: 15 Maio 2017.

EMBRAPA. Tecnologias de produção da soja - Região central do Brasil 2011. **Sistemas de produção - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Londrina, p. 247, Out 2010.

FAGAN, E. B. et al. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-Revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 1, p. 89-106, 2007..

FAQUIN, V. Nutrição Mineral de plantas. **UFLA/FAEPE**, Lavras, p. 1-186, 2005.

OLIVEIRA, F. A.; SFREDO, G. J.; CASTRO, C. KLEPKER, D. Fertilidade do solo e nutrição da soja. **Embrapa**, Londrina, 2007. (Circular técnica, 5)

GEORGE, E.; MARSCHNER, H.; JAKOBSEN, I. R. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 15, p. 257-270, 1995.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. A importância do Processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. **Documentos EMBRAPA Soja**, Londrina, v. 283, p. 80, 2007.

KUSDRA, J. F.; RONZELLI JÚNIOR, P. Nodulação do feijoeiro e fixação biológica do nitrogênio em resposta à microbiolização das sementes e à aplicação de micronutrientes. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 4(1-2), p. 81-96, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Soja Molibdênio e Cobalto. **Documentos EMBRAPA Soja**, Londrina, v. 322, Jul 2010.

SILVA, A. F. D. et al. Inoculação com bradyrhizobium e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4(12), p. 98-104, 2011.

VITTI, G. C.; TREVISAN, W. Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 90, p. 1-16, Jun 2000.