

Desempenho agronômico de cultivares de soja em função de diferentes métodos de aplicação de cobalto e molibdênio

Andressa Graebin Ferreira¹; Weverton Peroni dos Santos¹; Jhonny Kelvin Dias Martins²; Núbia Pinto Bravin¹; Marcos Gomes de Siqueira¹; Caio Bastos Machado¹

Resumo: Molibdênio e Cobalto são micronutrientes benéficos à cultura da soja e tem a função de melhorar a eficiência da fixação biológica de Nitrogênio. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho morfológico e produtivo das cultivares de soja NA 5909 e NS 6909, considerando a aplicação de molibdênio e de cobalto via tratamento de sementes e foliar na Zona da Mata de Rondônia. O experimento com as cultivares de soja foi conduzido na fazenda experimental pertencente à Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, no período de setembro a janeiro de 2018. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x5, com 4 repetições, totalizando 40 unidades experimentais. O primeiro fator foi composto por 2 cultivares de soja, sendo elas: NA 5909 e NS 6909 e o segundo fator composto pelos tratamentos com aplicação de molibdênio e cobalto, sendo eles: T1 - testemunha sem a aplicação de molibdênio (Mo) e Cobalto (Co); T2 - tratamento de sementes (TS); T3 - tratamento de sementes mais aplicação no estádioV4; T4 - tratamento de semente mais aplicação no estádioV8; T5 - tratamento com aplicação no estádio V2 e V6. Os caracteres agronômicos avaliados foram: altura de plantas, altura de inserção da primeira vargem, número de ramos por planta e produtividade de grãos. A cultivar NA 5909 foi a que apresentou os melhores resultados para todas as variáveis, não houve interação entre os fatores. O tratamento com aplicação no estádio V2 e V6 (T5) foi o mais eficaz.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, Fertilizante, Produtividade.

Agronomic performance of soybean cultivars per different methods of application of cobalt and molybdenum

Abstract: Molybdenum and Cobalt are micronutrients beneficial to soybean cultivation and have the function of improving the biological fixation efficiency of Nitrogen. The objective of this work was to evaluate the morphological and productive performance of soybean cultivars NA 5909 and NS 6909, considering the application of molybdenum and cobalt via seed and leaf treatment in the Zona da Mata de Rondônia. The experiment with soybean cultivars was conducted at the experimental farm belonging to the Federal University of Rondônia Foundation (UNIR), from September to January, 2018. The experimental design was in randomized blocks with treatments arranged in a 2x5 factorial scheme, with 4 replicates, totaling 40 experimental units. The first factor was composed of two soybean cultivars: NA 5909 and NS 6909 and the second factor composed by the treatments with molybdenum and cobalt application, being: T1 - control without the application of molybdenum (Mo) and Cobalt (Co); T2 - seed treatment (TS); T3 - seed treatment plus application in the V4 stage;

¹Graduando (a) do curso de Agronomia, pela Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Rolim de Moura- RO, Brasil. E-mail: andressagraebiin@gmail.com; wevertonperoni@gmail.com; nubiabrain@gmail.com; mgomessiqueira@hotmail.com; caiobastosm@gmail.com

²Graduado do curso de Agronomia, Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Rolim de Moura- RO, Brasil. E-mail: Jhonny.jkdm@gmail.com

T4 - seed treatment plus application at V8 stage; T5 - treatment with application in stage V2 and V6. The agronomic characters evaluated were: plant height, height of insertion of the first vargem, number of branches per plant and grain yield. The cultivar NA 5909 showed better results for all variables factors did not showed interaction with each other, . Treatment with V2 and V6 (T5) application was the most effective.

Key words: *Glycine max* (L.) Merril, Fertilizer, Yield.

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merril] pertencente à família Fabaceae (leguminosa), é considerado um grão rico em proteínas (SILVA *et al.*, 2011). Destaca-se como uma espécie de grande importância econômica (PEREIRA *et al.*, 2011). No Brasil, está entre as culturas com maior área em expansão e volume de produção (CONAB, 2017). Em Rondônia a soja é a principal cultura granífera do estado (PASSOS *et al.*, 2014).

De acordo com Souza (2008), a soja em termos nutricionais é uma cultura que requer teores elevado e também eficiente em absorver e utilizar nutrientes contidos no solo. Assim para se atingir uma boa produtividade é preciso utilizar sementes de boa qualidade, com germinação e vigor elevado, fertilizantes na dose adequada disponibilizados a planta no momento em que são demandados (DEUNER, 2013). Sendo uma cultura muito exigente em todos os macronutrientes essenciais (DOMINGOS *et al.*, 2015). Destacando que o nitrogênio é um nutriente requerido em grande quantidade pela soja por ser responsável pelo crescimento da cultura e produção de novas células e tecidos (MARCON *et al.*, 2017).

O cultivo da soja tornou-se viável devido à capacidade da espécie de fixar o nitrogênio atmosférico para a sua nutrição (PERUSSO, 2013). Graças ao estabelecimento da associação simbiótica entre essa leguminosa e a bactéria do gênero *Bradyrhizobium*, por intermédio do complexo enzimático da nitrogenase (MARCONDES e CAIRES, 2005). Além de usar inoculante com bradirrizóbios de grande qualidade, micronutrientes como o Mo e o Co são de grande importância na fixação biológica de N₂ (SFREDO, 2010), onde tem motivado produtores a utilizar esses micronutrientes devido ao aumento na produtividade de soja (CERETTA *et al.*, 2005).

O molibdênio se destaca por ser cofator da enzima nitrato redutase, afetando a sua atividade, logo, o processo de nodulação (TOLEDO *et al.*, 2010). O cobalto influencia a absorção de nitrogênio por via simbiótica, pois faz parte da estrutura das vitaminas B12, necessárias à síntese de leghemoglobina que determina a atividade dos nódulos (MENGEL e KIRKBY, 2001).

Esses dois micronutrientes são tradicionalmente aplicados no tratamento de sementes (TS) na cultura da soja, principalmente pelas baixas doses recomendadas dos mesmos, sendo de 12 a 25 g ha⁻¹ de Mo e 1 a 3 g ha⁻¹ de Co (SFREDO, 2010). Todavia a aplicação de Mo e Co nas sementes poderá, em função de pH, da salinidade e da ação bactericida para o *Bradyrhizobium* de alguns produtos, reduzir a sobrevivência da bactéria (SILVA *et al.*, 2011). Assim via foliar nesse caso é o mais recomendado (EMBRAPA, 2010).

As formas de aplicação desses micronutrientes na soja podem ter interferência no melhor aproveitamento destes nutrientes pela cultura, e a mesma, apresentar melhores resultados no seu desempenho (DOURADO NETO *et al.*, 2012). Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho morfológico e produtivo das cultivares de soja NA 5909 e NS 6909, considerando a aplicação de molibdênio e de cobalto via tratamento de sementes e foliar na Zona da Mata de Rondônia.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura (RO), na fazenda experimental pertencente à Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, localizado no km 15 da Rodovia 479, lado norte (Latitude 11° 34' 57" S e Longitude 61° 46' 21" W; altitude de 277 m acima do mar). O clima conforme a classificação de Köppen é do tipo Am, que se caracteriza como um clima equatorial com variação para o quente e úmido, com estações secas bem definidas de junho a setembro, e com chuvas intensas nos meses de novembro a abril, com precipitação média anual é de 2.250 mm, umidade relativa do ar elevada no período chuvoso em torno de 85%, e com temperaturas médias anuais em torno de 28 °C (SEDAM; COGEO, 2012).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2013), com as seguintes características químicas: pH em H₂O, 4,9; M.O, 30,5 g/kg; P, 3,8 g dm⁻³; K, 0,15 cmol dm⁻³; Ca, 2,4 cmol dm⁻³; Mg 1,1 cmol dm⁻³; Al 0,49 cmol dm⁻³; H+Al, 6,6 cmol dm⁻³; Arg. 497 g/kg; Areia, 429 g/kg.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x5, com 4 repetições, totalizando 40 unidades experimentais. O primeiro fator foi composto por 2 cultivares de soja, sendo elas NA 5909 e NS 6909 e o segundo fator composto por 5 tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos com aplicação de Mo e Co nas cultivares de soja NA 5909 e NS 6909.

-
- T1 - testemunha sem a aplicação de molibdênio (Mo) e Cobalto (Co);
T2 - tratamento de sementes (TS);
T3 - tratamento de sementes mais aplicação no estágio V4;
T4 - tratamento de semente mais aplicação no estágio V8;
T5 - tratamento com aplicação no estágio V2 e V6.
-

Para o tratamento de sementes utilizou-se o inoculante comercial líquido Basfoliar® NitroMax Soja, que possui 5 bilhões de células ml^{-1} com as estirpes SEMIA 5080 e SEMIA 5079 de *Bradyrhizobium japonicum* na dose 200 ml para 50 kg de sementes. O tratamento com molibdênio e cobalto foi realizado com o fertilizante comercial Basfoliar® CoMol Cerrado HC, que possui relação Mo/Co (5/1), na dose de 100 ml para 50 kg de sementes.

A área foi preparada de forma mecanizada, realizando-se uma gradagem e posteriormente sulcagem. A adubação foi de acordo com o manual de recomendações de adubação e calagem de Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999) e concedeu-se de forma manual, aplicando 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 90 kg ha^{-1} de K_2O no momento da semeadura, utilizando como fontes o superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura das cultivares NA 5909 e NS 6909 foi realizada manualmente em 11 de setembro de 2017, com uma distribuição de 10 sementes por metro linear, sendo realizado o desbaste quando necessário, visando obter um estande de 222 mil plantas por hectare das referidas cultivares. Cada parcela possuiu oito linhas de cultivo espaçadas a 0,45 m uma da outra com 4,0 m de largura e 5,0 m de comprimento (20 m^2). Durante a condução do experimento, quando necessário, foram realizados o manejo de plantas daninhas e o manejo fitossanitário de acordo com as recomendações da Embrapa (2008).

Os caracteres agrônômicos avaliados foram: altura de plantas, altura de inserção da primeira vargem, número de ramos por planta e produtividade de grãos. No estágio R8, foram coletadas 10 plantas de forma aleatória na área útil (4 m^2) de cada parcela para determinação da altura de plantas, altura de inserção da primeira vargem e número de ramos por planta. Com o auxílio de uma fita métrica, a altura foi obtida com medição do colo ao ápice da planta, e a altura de inserção da primeira vagem aferida pela mensuração do colo até inserção da primeira vagem e de forma visual contado o número de ramos por planta.

Para o rendimento médio de grãos foram colhidas todas as plantas em duas linhas, com 3,0 m de comprimento em cada parcela. As plantas foram trilhadas e os grãos pesados com

simultânea determinação da umidade para correção da pesagem para 13% base úmida. Os valores obtidos posteriormente foram calculados para produtividade de grão em sacas por hectare (sc/ha).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos, aplicados ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade para comparação das médias com o uso do programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Houve efeito significativo para as cultivares em relação à altura da planta ($p \leq 0,01$), número de ramo por planta ($p \leq 0,01$) inserção da primeira vargem ($p \leq 0,01$) e produtividade ($p \leq 0,05$). Já para os tratamentos, observou-se efeito significativo para altura da planta ($p \leq 0,05$) e produtividade ($p \leq 0,05$). Não houve interação significativa entre as cultivares e os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Fonte de Variação (FV), Grau de liberdade (GL) e Quadrado Médio (QM) para a Altura da planta (ALT), Número de ramos por plantas (N° RP), Inserção da primeira vargem (IPV) e Produtividade (PROD).

FV	GL	QM			
		ALT	N° RP	IPV	PROD
Cultivares (A)	1	8,7665 **	0,8243 **	42,1930 **	7,1246 *
Tratamentos (B)	4	2,7520 *	2,2032 ^{ns}	3,4514 ^{ns}	3,9692 *
Interação A x B		1,5294 ^{ns}	1,4301 ^{ns}	1,6110 ^{ns}	3,3073 ^{ns}
Resíduo	27	33.81981	1,5289	3,94530	211,5583
CV%	---	11,39	15,79	18,92	16.89

ns= não significativo, ** e * significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Ao analisar os resultados entre as cultivares, observou-se que a cultivar NA 5909 apresentou um melhor desempenho em todos os caracteres avaliados, com destaque para a altura de plantas e número de ramos por planta, tendo esse último um aumento considerável (mais de 70%) em relação a cultivar NS 6909, influenciando diretamente no resultado da produtividade (Tabela 3). Trabalhando com essas mesmas cultivares, Costa (2015) observou que a altura de plantas obtida na cultivar NA 5909 apresentou 10 cm maior do que a NS 6909, observando também diferenças significativas para o número de ramos/planta.

Tabela 3 - Altura da planta (ALT), Número de ramos por planta (N° RP), Inserção da primeira vargem (IPV) e Produtividade (PROD) das cultivares de soja NA 5909 e NS 6909.

Cultivares	ALT (cm)	N° RP	IPV (cm)	PROD (sc/ha)
NS 6909	48,330 b	4,655 b	8,460 b	79,999 b
NA 5909	53,775 a	8,010 a	12,540 a	92,276 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não difere entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Em relação aos tratamentos com Mo e Co, as variáveis números de ramos por planta (N° RP) e inserção da primeira vargem (IPV) não se diferenciaram estatisticamente entre si, evidenciando que esses parâmetros não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 4).

Marcondes e Caires (2005) relatam que a altura da planta não sofreu influência da aplicação de molibdênio e cobalto. Essa uniformidade do número de ramificações por planta da soja e seu desenvolvimento está correlacionado com a competição intraespecífica por fatores do meio como água, luz e nutrientes (THOMAS *et al.*, 1998). Sendo assim as plantas de sojas por estarem em um ambiente com as mesmas condições de população e espaçamentos, tiveram um desenvolvimento uniforme de ramificações.

Tabela 4 - Testemunha sem a aplicação de molibdênio e Cobalto (T1), tratamento de sementes (T2), tratamento de sementes mais aplicação no estágio V4 (T3), tratamento de semente mais aplicação no estágio V8 (T4), tratamento com aplicação no estágio V2 e V6 (T5).

TRATAMENTOS	ALT (cm)	N° RP	IPV (cm)	PROD (sc./ha)
T1	49,512 ab	7,187 a	9,287 a	72,739 b
T2	56,262 a	8,762 a	9,975 a	82,170 ab
T3	51,837 ab	7,262 a	12,087 a	87,003 ab
T4	50,625 ab	8,112 a	11,700 a	85,213 ab
T5	47,025 b	7,837 a	9,450 a	96,562 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não difere entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Resultados diferentes foram encontrados por Dourado Neto *et al.* (2012) no que diz respeito às características do número de vagens por planta, que a aplicação de Mo e Co, produzem médias superiores, sendo sua aplicação em diferentes estádios vegetativo da planta. Embora trabalhos como de Silva *et al.* (2011), com informação de vários artigos e literatura, relatam que a soja não tem respondido a aplicação de Mo e Co, independente da forma de aplicação, se foliar ou via semente. Segundo Ciocchi (2008), com aplicação de doses de

molibdênio após o florescimento, estágio esse em que cultivares de soja com hábitos de crescimento determinado definem a altura da planta, os resultados obtidos em funções de doses e épocas de aplicação de molibdênio confirma a uniformidade de desenvolvimento das plantas na área experimental.

Na variável produtividade verificou-se que o tratamento T1 (sem aplicação de molibdênio e cobalto) obteve o menor rendimento, já os tratamentos T2 (tratamento de sementes), T3 (tratamento de sementes mais aplicação no estágio V4), T4 (tratamento de semente mais aplicação no estágio V8) não possuem diferença estatística entre si. De acordo com trabalho de Dourado Neto *et al.* (2012) verificaram que, a aplicação por meio do tratamento de sementes ou via foliar em V4, não obtiveram efeito na produtividade. Houve um aumento na produtividade no tratamento T5 (aplicação no estágio V2 e V6) ao comparar com o tratamento T1, um ganho de 23,8 sc/ha. Sfredo e Oliveira (2010) verificaram que a aplicação de Mo e Co influenciou positivamente no rendimento de grãos da soja, com incrementos médios de aproximadamente 20% em relação à testemunha.

Conclusões

A cultivar NA 5909 apresenta os melhores resultados para todos os caracteres morfológicos avaliados, e com destaque para a produtividade, apresentando um aumento de 12 sc/ha.

Ao aplicar-se molibdênio e cobalto no estágio V2 e V6, obtém-se um ganho expressivo na produtividade, evidenciando dessa forma a importância da aplicação destes nutrientes na cultura da soja.

Referências

CERETTA, C. A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, O. S.; MOREIRA, I. C. L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. F. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**. v. 35, p.576-81, 2005.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Safra 2017/2018 – Primeiro levantamento, Brasília, v.5, p. 1-114, 2017.**

CIOCCHI, E. B. **Aplicação foliar de doses de molibdênio em soja: características agrônômicas, teor de molibdênio e qualidade fisiológica das sementes.** 2008. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção). Faculdade de Engenharia, UNESP- São Paulo.

COSTA, A. S. C. **Comparação das características morfológicas, produtividade e principais custos de produção de cultivares superprecoces de soja RR e intacta.** 2015. Dissertação (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, UNB- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária

DEUNER, C. **Manejo nutricional na cultura da soja: Reflexos na produção e na qualidade da semente.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

DOMINGOS, C. S.; LIMA, L. H. S.; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 14, n. 3, p. 132-140, 2015.

DOURADOS, NETO D.; DARIO G. J. A.; MARTIN, T. N.; SILVA, M. R.; PAVINATO, O. S.; HABITZREITER, T. L. Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2741-2752, 2012.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil - 2010.** Londrina: Embrapa Soja, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília: Embrapa; 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja – Região Central do Brasil – 2008.** Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 280. 2008.

MARCON, E. C.; ROMIO, S. C.; MACCARI, V. M.; KLEIN, C.; LÁJUS, C. R. Uso de diferentes fontes de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Thema**, v. 14, n. 2, 2017.

MARCONDES, J. A. P.; CAIRES, E. F. Aplicação de Molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 849, 2001.

PASSOS, A. M. A. dos; BROGIN, R. L.; GODINHO, V. de P. C.; MARCOLAN, A. L.; [AKER, A. M.](#) Desempenho de cultivares tardias de soja em área de pastagem na região sudoeste da Amazônia. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19; p. 712, 2014.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; SOUZA, R. O.; SILVA, A. D.; SANTOS, J. P. A.; BARROS, E. S.; MEDEIROS, P. V. Q. Sistemas de manejo do solo: soja [*Glycinemax* (L.)] consorciada com *Brachiaria decumbens* (STAPF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1; p. 44-51, 2011.

PERUSSO, L. P. **Componentes de rendimento da cultura da soja em função da aplicação de nitrogênio no florescimento.** 2013. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM - Rio Grande do Sul.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, 1999.

SEDAM – Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental e GOGEO – Coordenadoria de Geociências **Boletim Climatológico de Rondônia** - Ano 2010. v. 12, 2010 - Porto Velho. 2012.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Soja: molibdênio e cobalto**. Documentos 322 Londrina: EMBRAPA SOJA, 2010.

SILVA, A. F. da; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; CARVALHO, M. A. C. de; DALCHIAVON, F. C.; NOETZOLD, R. Inoculação com *bradyrhizobium* e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja, **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 98-104, 2011.

SILVA, C. N. B; GALACINE, J. R. M.; SILVA, D. P.; EPIPHANIO, P. D.; BARROS, B. M. C; SILVA, T. F.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. Aplicação de cobalto para absorção de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, 2011.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n. 39, p.3733-3740, 2016.

SOUZA, E. A. **Efeitos da aplicação de nutrientes na produtividade e qualidade de sementes de soja**. 2008. Tese (Doutor em Agricultura). Universidade Estadual Paulista, UNESP - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.543-546, 1998.

TOLEDO, M. Z.; GARCIA, R. A.; PEREIRA, M. R. R.; BOARO, C. S. F.; LIMA, G. P. P. Nodulação e atividade da nitrato-reductase em função da aplicação de molibdênio em soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 858-864, 2010.