

Inoculante e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura do feijão

Rodrigo Zanatta Sampaio^{1*} e Luiz Antônio Zañão Junior¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*} rodrigozsampaio@hotmail.com

Resumo: A produtividade média da cultura do feijão no Brasil é relativamente baixa, sendo necessário realizar pesquisas para aumentar a produtividade voltada para a nutrição da cultura. Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da inoculação das sementes, formas de aplicação de Cobalto e Molibdênio e a combinação destas práticas na cultura do feijão (IPR Sabiá). O experimento foi conduzido em casa de vegetação nos meses de abril e maio de 2019 com delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos diferentes e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1 = testemunha, T2 = aplicação de cobalto e molibdênio via tratamento de sementes, T3 = aplicação de cobalto e molibdênio via foliar + inoculação das sementes, T4 = aplicação de cobalto e molibdênio por tratamento de sementes + inoculação das sementes e T5 = aplicação de cobalto e molibdênio via foliar. Assim, foram avaliados o índice de clorofila, o comprimento de raízes e produção de matéria seca das raízes e da parte aérea. A aplicação de Co e Mo via foliar ou no tratamento de sementes juntamente com inoculante *Rhizobium tropici* não aumentou o índice de clorofila, o comprimento de raízes e as produções de matéria seca das raízes e da parte aérea.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; fixação biológica de nitrogênio; inoculação

Inoculant and modes of application of cobalt and molybdenum in bean culture

Abstract: The average productivity of the bean crop in Brazil is relatively low, and it is necessary to conduct research to increase the productivity of the crop. Therefore, the objective of this work is to evaluate the efficiency of seed inoculation, Cobalt and Molybdenum application and the combination of these practices in the bean crop (IPR Sabiá). The experiment was conducted in a greenhouse at the Institute Agronomic of Paraná - IAPAR in April and May 2019 with a randomized complete block design, with five different treatments and four replications. The treatments evaluated were: T1 = control, T2 = application of cobalt and molybdenum via seed treatment, T3 = application of cobalt and molybdenum via foliar + seed inoculation, T4 = application of cobalt and molybdenum by treatment of seeds + inoculation of seeds and T5 = application of cobalt and molybdenum via leaf. Thus, the chlorophyll index, root length, dry matter production of roots and shoot were evaluated. The application of Co and Mo via foliar or seed treatment together with Inoculant *Rhizobium tropici* did not increase chlorophyll index, root length and dry matter production of roots and shoot.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; biological fixation of nitrogen; inoculation

Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma espécie vegetal que tem por natureza a capacidade de realizar simbiose com bactérias formadoras de nódulos nas raízes das plantas chamadas de rizóbios. Essa simbiose resulta na fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) para as leguminosas como o feijoeiro e pode reduzir o custo com fertilização nitrogenada da cultura.

As leguminosas fazem parte da alimentação humana há mais dez mil anos, sendo o milho e o feijão a alimentação básica dos povos antigos americanos. Isso reflete-se atualmente, com o tradicional arroz com feijão compondo a alimentação base do brasileiro (SEAB, 2016).

Não está evidente a localização de origem do feijoeiro, entretanto, ainda cresce o número de feijões selvagens desde o Norte do México até o Norte da Argentina (FREITAS, 2006).

A cultura do feijão é cultivada em três períodos: safra das águas ou primeira safra, safra da seca ou segunda safra e safra de inverno ou terceira safra (SILVA; WANDER, 2013). Segundo a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB (2016), o Paraná destacou-se com 23,4 % da produção nacional de feijão na safra 2015/16, sendo a região Sul do país responsável por 33% da produção nacional.

O nitrogênio (N) é o nutriente mais acumulado pela cultura do feijão. Cada tonelada de grão produzido exporta quase 30 kg desse nutriente. O nitrogênio estimula o desenvolvimento vegetativo da planta, possibilitando assim, que ela expresse todo seu potencial produtivo, se adequadamente nutrida (ZANÃO JÚNIOR *et al.*, 2012)

Essencialmente existem três fontes de N para a cultura do feijoeiro: solo, fertilizantes e fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2017), a FBN é um processo natural que ocorre a partir da associação entre plantas e bactérias diazotróficas. O principal produto resultante é a captação de nitrogênio atmosférico, nutriente essencial para o crescimento e o desenvolvimento vegetal. Desse modo, o nutriente é captado do ar e fixado pelas bactérias. Nas raízes, as bactérias nodulíferas, geralmente, possuem alta especificidade para cada espécie vegetal, a exemplo da simbiose entre plantas leguminosas e bactérias diazotróficas conhecidas como *Rizhobium*.

Contudo, a FBN não supre as exigências do feijão, sendo necessária a complementação com fertilizantes nitrogenados para que haja elevada produtividade de grãos, visto que, a

eficiência da simbiose varia de 2 a 100 kg por hectare (ha^{-1}) de nitrogênio (ANDRADE, 2000).

Alguns fatores podem interferir no processo de FBN no feijão, como por exemplo, estirpes utilizadas, condições fisiológicas do feijoeiro, pH do solo, teor de Fósforo (P) do solo, umidade, matéria orgânica, adubação nitrogenada, temperatura e condições em que ocorre o processo de inoculação das sementes, além de molibdênio e cobalto (Mo e Co) (STRALIOTTO; TEXEIRA; MARCANTE, 2002).

Para que a cultura do feijão possa aproveitar melhor a fixação de nitrogênio atmosférico, alguns elementos como o micronutriente molibdênio e o elemento benéfico cobalto, são importantes para proporcionar bons resultados (TORRES *et al.*, 2014).

O molibdênio (Mo) é um micronutriente e atua direto na simbiose e fixação de nitrogênio atmosférico, sendo essencial para enzimas de nitrogenase e redutase, devido a isso, seu sintoma de deficiência é semelhante ao sintoma da falta de nitrogênio (BERGER; VIEIRA; ARAÚJO, 1996).

De acordo com Vieira (1998), o cobalto (Co) está intimamente ligado ao processo de FBN, por ser essencial aos microrganismos fixadores de N. Ele ocorre nos nódulos na forma da co-enzima cobalamina (vitamina B12 e seus derivados), necessária à síntese de leghemoglobina (KIRKBY; ROMHELD, 2007).

Conforme verificado por Graf (2016), as principais formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura do feijoeiro se dão por tratamento de sementes e via foliar. No caso da aplicação foliar, os melhores resultados foram obtidos quando realizada no estágio fenológico V3.

No caso do feijoeiro, a Comissão Técnica Sul-brasileira de Feijão - CTSBF recomenda, em solos com baixos teores de molibdênio, principalmente em decorrência do pH do solo muito baixo e reduzidos teores de argila e matéria orgânica, a aplicação de molibdênio via foliar, em doses de 80 a 90 g ha^{-1} , na forma de molibdato de amônio, aplicado entre os estádios V3 e V4.

De acordo com Ferreira, Andrade e Araújo (2004) alguns produtores têm seguido a orientação da assistência técnica e utilizado cobalto no cultivo de feijoeiro, aplicando-o junto às sementes ou por via foliar.

Assim sendo, como no Paraná poucos estudos foram realizados com a aplicação de cobalto e molibdênio em feijoeiros, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da inoculação das sementes, as formas de aplicação de Co e Mo e a combinação destas práticas na cultura do feijão.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no mês de abril de 2019, utilizando-se vinte vasos com solo da classe Latossolo Vermelho Distroférrico e a implantação do experimento começou com a semeadura do feijão, cultivar IPR Sabiá.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com cinco formas de tratamento, sendo T1 = testemunha, T2 = aplicação de cobalto e molibdênio via tratamento de sementes, T3 = aplicação de cobalto e molibdênio via foliar + inoculação das sementes, T4 = aplicação de cobalto e molibdênio por tratamento de sementes + inoculação das sementes e T5 = aplicação de cobalto e molibdênio via foliar. No experimento foi utilizado quatro vasos para cada tratamento, ou seja, cinco tratamentos e um total de vinte vasos.

A semeadura foi feita manualmente devido a particularidade dos tratamentos aplicados nas sementes. Dessa forma, foram semeadas oito sementes de feijão por vaso e, após a emergência das plântulas, foram retiradas seis plântulas, permanecendo no vaso somente as duas homogêneas em aspecto e tamanho para dar sequência ao experimento.

Para o tratamento das sementes, naquelas em que o cobalto e molibdênio foram aplicados via semente, houve a aplicação de fertilizante fonte de Co (1 %) e Mo (12 %) na dose de 4 mL kg⁻¹ de sementes. Nos tratamentos de inoculação, as sementes foram inoculadas com estirpes selecionadas de *Rizobium tropici* (4 g para cada kg de sementes de feijão), instantes antes da semeadura. O inoculante usado foi o fluído turfoso com estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 e concentração de 5 x 10⁹ ufc.

Nos tratamentos em que a aplicação de Co e Mo ocorreu via foliar, elas foram feitas com auxílio de um pulverizador manual de 1 L na dosagem proporcional a área plantada no estágio fenológico V3, após as 17 horas, devido a temperatura e sol quente. Durante todo o ciclo da cultura na área experimental, a quantidade de água por vaso durante a semana foi proporcional ao desenvolvimento da cultura.

As avaliações foram feitas aos 34 após a emergência das plantas e foram avaliados o índice de clorofila, comprimento médio das raízes e produção de matéria seca da parte aérea e de raízes.

O índice de clorofila total foi medido com o auxílio de um clorofilômetro da marca comercial ClorofiLOG[®] modelo CFL 1030 (Falker Automação Agrícola). O ClorofiLOG[®] fornece resultados em unidades adimensionais, valores ICF (Índice de Clorofila Falker). As leituras do clorofilômetro foram realizadas em três folíolos do trifólio maduro do ápice para a

base. A leitura foi realizada das 14 às 16 h. Foram tomadas oito medidas no centro do limbo foliar.

Para medir o comprimento das raízes foi cortada a parte aérea das plantas e posteriormente lavadas as raízes até eliminar o máximo de solo e impurezas e em seguida foi realizada a medida do comprimento, com auxílio de régua 50 cm.

A produção de matéria seca da parte aérea foi feita após o corte das plantas e o peso da massa seca das raízes foi feito após medir todas elas, ambas lavadas e colocadas em estufa por 48 h a uma temperatura de 65°C para secar. Posteriormente foram determinadas em balança digital de precisão de 0,01 g em laboratório.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Assistat.

Resultados e Discussão

Nenhuma variável avaliada foi influenciada pela aplicação dos Co e Mo tanto no tratamento de sementes quanto via foliar e aplicação do inoculante (Tabela 1).

O índice de clorofila não diferenciou entre os tratamentos, com média de 33,07 (Tabela 1). Segundo EMBRAPA (2017) a média dos tratamentos se mostrou inferior ao nível aceitável de N na planta sendo necessário fazer uma aplicação de N em cobertura para alcançar os níveis desejáveis pela cultura. Possivelmente os teores estão baixos também porque não foi realizada adubação nitrogenada de cobertura nas plantas.

O comprimento de raiz também não diferiu entre os tratamentos obtendo uma média de 43,56 cm. A produção de peso de massa seca da parte aérea não diferenciou entre os tratamentos ficando com média de 5,67 g e a produção de matéria seca de raízes não teve diferença entre os tratamentos ficando com uma média de 1,75 g (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de clorofila (IC), comprimento de raiz (CR), peso de massa seca da parte aérea (PMSPA), peso de massa seca da raiz (PMSR) de feijoeiro IPR Sabiá em função da inoculação das sementes com *Rhizobium tropici*, juntamente com cobalto e molibdênio em diferentes formas de aplicações.

	IC	CR	PMSPA	PMSR
Tratamento		--- cm ---	----- g/planta ----	----- g/planta ----
Testemunha	33,07 a	45,37 a	5,67 a	1,75 a
Co e Mo S	32,57 a	39,56 a	5,63 a	1,83 a
Co e Mo F + I	34,18 a	38,75 a	6,18 a	1,62 a
Co e Mo S + I	31,91 a	43,75 a	5,65 a	1,75 a
Co e Mo F	34,57 a	43,56 a	5,82 a	1,43 a
CV%	6,63	13,03	8,85	13,63

*Médias seguidas de distintas nas colunas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$). *Co e Mo S = Cobalto e molibdênio via tratamento de semente; I = inoculante. *Co e Mo F = Cobalto e molibdênio via foliar. CV% = Coeficiente de variação.

Vários motivos podem ter contribuído para os resultados obtidos. De acordo com Guareschi e Perin (2009), a maior disponibilidade de Mo ocorre em pH acima de 6, o que é o caso. Com essa maior disponibilidade provavelmente a maioria das plantas absorveu a quantidade necessária, que é baixa, principalmente porque o ciclo de avaliação foi rápido. Castro *et al.* (1994) e Fullin *et al.* (1999) também não encontraram influência do Mo sobre as características avaliadas. A população nativa de rizóbios do solo utilizado também pode ter sido eficiente pois foram notados muitos nódulos nas raízes das plantas de todos os tratamentos. Pelegrin *et al.* (2009), observaram que não houve diferença significativa entre a inoculação acompanhada de aplicação de nitrogênio, sem aplicação de nitrogênio e aqueles que não foram inoculados quanto ao número de nódulos pela eficiência da população nativa do solo de rizóbios.

Poucos estudos avaliaram a aplicação isolada de cobalto via foliar, e a maioria sem resultados significativos devido a sua baixa translocação na planta. No entanto, segundo EMBRAPA (2017), quando aplicado em conjunto com molibdênio, eles promovem aumento na fixação biológica de nitrogênio e na produtividade em condições de campo. Tendo em vista que o experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação e por um curto período, talvez os resultados fossem diferentes do observado.

Conclusão

A aplicação de Co e Mo via foliar ou no tratamento de sementes juntamente com Inoculante *Rhizobium tropici* não aumentou o índice de clorofila, o comprimento de raízes e as produções de matéria seca das raízes e da parte aérea.

Referências

- ANDRADE, D. S. Rizóbio e inoculação. In: **Feijão Tecnologia de Produção**, Londrina: IAPAR, 2000. p.37-48.
- BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAUJO, G. A.; **Efeitos de doses e épocas de aplicação do molibdênio sobre a cultura do feijão**. v.31, p.473-480, 1996.
- AYOADE J. O. **Introdução à climatologia para Pesquisa Agropecuária Brasileira, os trópicos**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332 p.
- CASTRO, A.M.C.; BOARETTO, A.E.; NAKAGAWA, J. Tratamento de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com molibdênio, cobalto, metionina e vitamina B1. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n.1, p.26-30, 1994.
- CORRÊA, J. R. V.; JUNQUEIRA-NETO, A.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, L. A. B. **Efeito de rizhobium, molibdênio e cobalto sobre o feijoeiro comum cv. Carioca**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.25, n.4, p.513-519, 1990.
- COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157p.
- EMBRAPA. **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)**. Soluções Tecnológicas. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1495/fixacao-biologica-de-nitrogenio-fbn>>. Acesso em: 20 jan.2018.
- FERREIRA, A. C. B; ANDRADE M. J. B; ARAÚJO, G. A. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v.25, n.223, p.61-72, 2004.
- FREITAS, F.O. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1199-1203, 2006.
- FULLIN, E.A.; ZANGRANDE, M.B.; LANI, J.A.; MENDONÇA, L.F.de DESSAUNE FILHO, N. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesq. agropec. bras.** v.34, n.7 1999.
- GRAF, A. L.; KOVALSKI, E. R.; LAJUS, C. R.; SORDI, A.; CERICATO, A.; LUZ, G. L. Aspectos agrônômicos qualitativos e quantitativos da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em relação às adubações via semente e foliares, em casa de vegetação. **Unesc & Ciência - ACET Joaçaba**, v.7, n.1, p.7-14, 2016.
- GUARESCHI, R. F.; PERIN, A. Efeito do Molibdênio nas culturas da soja e do feijão via adubação foliar. **Global Science and Technology**, v.2, n.3, p.8-15, 2009.

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: Funções, absorção e mobilidade**. Piracicaba, INPI, 2007. 24p. (Encarte de Informações Agronômicas, 118).

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F.M.; OTSUBO, I.M.N.; OTSUBO, A.A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n. 1, p. 219-226, 2009.

SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, **Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária** 2016. Disponível em: < http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Feijao_2016_17.pdf>. Acesso em: 25 Ago. 2017.

SILVA O. F; WANDER A. E. **O feijão-comum no brasil passado, presente e futuro**. 2013. Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 287).

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. Fixação biológica de nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio, de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.122-153.

TORRES, H. R. M.; SANTOS NETO, A. R.; RIBEIRO, P. R. C. C; RIBEIRO J. J. Produtividade do feijão *Phaseolus vulgaris* L. com aplicações crescentes de molibdênio associadas ao cobalto via foliar. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 2468-2481, 2014.

VIEIRA C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998, p. 41-42.

ZANÃO JÚNIOR L. A; DALCHIAVON F; FAVARO M. T. O; SANTOS C. Eficiência agronômica de um fertilizante mineral com micronutrientes incorporados nos grânulos na cultura do feijão. In: FERTBIO, Maceio, 2012. **Anais...** Maceió, AL, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. CD-ROM.