

CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE COBALTO, MOLIBDÊNIO, NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO E À INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium pachyrhizi* E *Glomus formosanum*.

Giovanna Rodrigues Teago¹, Gabriel Pereira dos Santos², Wagner Neres dos Santos², Rhuann Aguiar Nogueira¹, Marianna Teago Rodrigues³, Hamilton dos Reis Sales⁴

¹ Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Januária, Januária, MG, Brasil. (girodriguesteago02@gmail.com).

² Graduado em Agronomia, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Januária, Januária, MG, Brasil.

³ Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Januária, Januária, MG, Brasil.

⁴ Professor orientador, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Januária, Januária, MG, Brasil.

Resumo: O feijão caupi é uma cultura de importância social e econômica no Brasil. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de microrganismos (*Bradyrhizobium pachyrhizi* e *Glomus formosanum*) e micronutrientes (Co,Mo) no crescimento de *Vigna unguiculata* Walp., em condições semiáridas (Januária/MG) em casa de vegetação. O delineamento foi blocos casualizados (8 tratamentos, 5 repetições). Aos 50 DAE, mediram-se o diâmetro do caule, altura, clorofila total e comprimento radicular.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; Simbiose tripartite; Micorrízicos arbusculares; Fixação biológica de nitrogênio; Nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) representa uma alternativa importante de geração de renda para agricultores das regiões Norte, Nordeste e do norte de Minas Gerais, especialmente em áreas de agricultura familiar, com produtividade média em torno de 600 kg por hectare (Freitas, 2021). Além de seu valor econômico, o grão do feijão-caupi destaca-se por seu alto teor nutritivo, contendo aproximadamente 25% de aminoácidos totais, 60% de carboidratos, 2% de óleos, além de vitaminas e minerais essenciais (Silva, 2018).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), como *Glomus formosanum*, desempenham um papel vital, principalmente em solos nutricionalmente pobres. Esses fungos formam estruturas denominadas hifas, que ampliam a zona de rizosfera e melhoram a absorção de macro e micronutrientes (De Novais et al., 2020). Além disso, os FMAs facilitam a interação com rizobactérias, como *Bradyrhizobium spp.*, promovendo uma simbiose tripartite que beneficia a planta.

Dentre os nutrientes essenciais para essa simbiose, destacam-se o cobalto (Co) e o molibdênio (Mo), que atuam como cofatores enzimáticos no processo de

fixação biológica de nitrogênio (FBN). Participando da síntese de cobamamida e leghemoglobina nos nódulos bacterianos, benéficos para o crescimento de bactérias simbióticas do gênero *Bradyrhizobium spp.*

O objetivo do trabalho é avaliar o efeito da coinoculação de sementes de *Vigna unguiculata* com *Bradyrhizobium pachyrhizi* e *Glomus formosanum*, bem como a aplicação de Co e Mo, no desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa no período de julho a outubro de 2022, na Fazenda São Geraldo, pertencente ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Januária, localizada geograficamente pelas coordenadas de 15°29' de latitude sul, 44°21' de longitude oeste, com altitude de 434 m. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022), Januária possui clima tropical sazonal do tipo Aw (Köppen-Geiger), com verão quente e úmido e inverno seco e mais ameno, sendo registrada uma média de 790 mm de chuvas durante o período chuvoso.

As sementes de feijão-caupi utilizadas foram da cultivar BRS Tumucumaque. O solo utilizado foi

coletado na própria área da Fazenda São Geraldo, em área de encosta, correspondendo a um Latossolo Vermelho-Amarelo.

O delineamento experimental adotado foi o em blocos inteiramente casualizado (DIC), com 8 tratamentos e 5 repetições (Tabela 1). Foram utilizados sacos plásticos (fitocelas) para produção de mudas com dimensão de 35 x 40 cm e capacidade de 12 dm³.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos aplicados no experimento.

REGISTRO	TRATAMENTOS
A	Testemunha (-) Cobalto e Molibdênio
B	Testemunha (+)Cobalto e Molibdênio
C	140 mg dm ⁻³ de N (-)Cobalto e Molibdênio
D	140 mg dm ⁻³ de N (+)Cobalto e Molibdênio
E	<i>Bradyrhizobium pachyrhizi</i> (-) Cobalto e Molibdênio
F	<i>Bradyrhizobiumpachyrhizi</i> (+) Cobalto e Molibdênio
G	<i>Bradyrhizobiumpachyrhizi</i> (+) <i>Glomus formosanum</i> (-)Cobalto e Molibdênio
H	<i>Bradyrhizobiumpachyrhizi</i> (+) <i>Glomus formosanum</i> (+)Cobalto e Molibdênio

Nota: (+) “presença” e (-) “ausência” de micronutrientes (Co e Mo). Fonte: Dados dos autores, 2025.

Todas as adubações foram de acordo com as recomendações técnicas para experimentos em estufa (Novais, 1972), com 140 mg dm⁻³ de sulfato de amônio (21% N), 560 mg dm⁻³ de superfosfato triplo (41% P₂O₅) e 315 mg dm⁻³ de cloreto de potássio (60% K₂O). Os vasos permaneceram incubados por 18 dias, seguindo o protocolo descrito por Cruz et al. (2017).

As sementes foram tratadas com adubo comercial CoMo P10[®] com fonte de cobalto e molibdênio seguindo as recomendações para tratamento via semente do mesmo produto para a soja (200 ml ha⁻¹) e via foliar na dose de 350 ml ha⁻¹, nos estádios V8 e

R1 do feijão-caupi, seguindo a recomendação do fabricante para *Phaseolus vulgaris*.

Os inoculantes utilizados foram a turfa contendo *Bradyrhizobium pachyrhizi* (BR 3262) e a micorriza *Glomus formosanum* C. G., ambos fornecidos pela Embrapa Agrobiologia (Instituto de Pesquisas Científicas - Seropédica/RJ), utilizados na proporção de 50 g de turfa para a inoculação de 10 kg de sementes e dose por vaso de 0,74 g (100 esporos), respectivamente. Para a adesão da turfa bacteriana, utilizou-se solução açucarada (25%), enquanto a micorriza foi aplicada na dose única recomendada.

Foram semeadas 5 sementes por vaso, realizando-se o desbaste aos 10 dias após a emergência (DAE), deixando uma planta por unidade experimental.

Aos 50 DAE foram feitas as avaliações morfofisiológicas do diâmetro do caule (DIAM), altura de planta (ALTU), teores de clorofila Total (CLOT) e a colheita. Todo o material vegetal foi lavado em água corrente para remoção de resíduos de terra e, posteriormente, subdividido em sistema radicular e parte aérea. As raízes foram analisadas em laboratório para determinação do comprimento radicular (COMR).

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e teste de média. Os modelos foram escolhidos com base na significância adotando-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada empregando-se o software SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram diferença significativa de tratamentos para a variável DIAM e não significativo para as variáveis COMR, ALTU e CLOT (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os dados de diâmetro de caule (DIAM), comprimento de raiz (COMP), altura da planta (ALTU), clorofila total (CLOT) do feijão-caupi, cultivar BRS Tumucumaque, em função de tratamentos combinados de microrganismos e adubação com cobalto e molibdênio.

FV	DIAM	COMR	ALTU	CLOT
Tratamento	4,32*	95,26 ^{ns}	1222,94 ^{ns}	112,98 ^{ns}
Bloco	1,36	111,14	1115,86	159,12
Resíduo	1,44	68,06	542,23	98,34
C.V (%)	13,50	20,07	27,39	17,35
Média	8,90	41,11	85,03	27,14

Nota: *, ** significativo a 5% e a 0,1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Fonte: Dados dos autores, 2025.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFNMG Campus Januária pela concessão de bolsa BTP (2º autor), aos professores pela orientação e aos integrantes do Laboratório de Interações Biológicas no apoio à condução do experimento.

REFERÊNCIAS

A variável DIAM demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos ($F= 4,32$; $p<0,05$), com incrementos de 30,65% em relação ao tratamento testemunha sem aplicação de Co e Mo (Testemunha - Co e Mo). Indicando que, para esta característica morfológica específica e nas condições experimentais adotadas, o Co e o Mo não são essenciais condicional ao desenvolvimento do diâmetro do caule.

As análises estatísticas não detectaram diferenças significativas ($p>0,05$) para (COMR), (ALTU) e (CLOT) entre os tratamentos. Contudo, observaram-se tendências numéricas e efeitos biológicos relevantes.

Os maiores comprimentos de raiz foram observados para o tratamento com aplicação de N sem o Co e Mo, com aumento de 44,61% em relação ao tratamento testemunha sem Co e Mo ($F= 95,26$). Os dados sugerem que o nitrogênio contribuiu para o desenvolvimento do sistema radicular, possivelmente por participar da síntese de aminoácidos essenciais à formação de proteínas estruturais, além de influenciar a produção de auxinas e processos de divisão celular.

A ausência de cobalto (Co) e molibdênio (Mo) não comprometeu o desenvolvimento da característica morfológica analisada, sugerindo que, nas condições do experimento, a suplementação desses micronutrientes não foi essencial, considerando sua atuação principal na fixação biológica de nitrogênio (Vieira et al., 1998).

A maior altura das plantas variou de 68,67 a 117,00 cm, incremento de 70,38 % para o tratamento de testemunha com aplicação de Co e Mo ($F=1222,94$). Este resultado sugere um possível efeito sinérgico entre esses micronutrientes. Estudo com aplicação isolada de Mo mostrou que o molibdênio isolado também não influenciou significativamente a altura em feijoeiro (Marcondes; Caires, 2005).

CONCLUSÃO

Para as variáveis analisadas, a inoculação com *Bradyrhizobium pachyrhizi* e *Gloeobacter formosum*, assim como a suplementação com Co e Mo, não se mostraram fatores determinantes para a melhoria da capacidade produtiva do feijão-caupi nas condições experimentais testadas.

Apesar de os resultados em COMR e ALTU não apresentarem significância estatística ($p > 0,05$), os aumentos observados indicam possíveis tendências biológicas relevantes. Para confirmar esses achados em ambiente agrícola, recomenda-se a realização de estudos adicionais em condições de campo.

CRUZ, E. D. C.; SOBREIRA, A. C.; BARROS, D. L. D.; GOMIDE, P. H. O. Doses de fósforo e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e produção do feijão-caupi em Roraima. Bol. Mus. Int. de Roraima. v. 11, n.1, p. 21-28, 2017.

DE NOVAIS, C. B.; SBRANA, C.; JESUS, E. D. C.; ROUWS, L. F. M.; GIOVANNETTI, M.; AVIO, L.; SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; DA SILVA, E. M. R.; DE FARIA, S. M. Mycorrhizal networks facilitate the colonization of legume roots by a symbiotic nitrogen-fixing bacterium. Mycorrhiza, v. 30, n. 2, p. 389-396, 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista Brasileira de Biometria, 37: 529-535, 2019.

FREITAS, A. C. R. Importância socioeconômica do feijão-caupi. **Embrapa**, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao-caupi/preproducao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 4 ago. 2022.

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.

NOVAIS, R.F.; NEVES J.C.L.; BARROS, N.F.. Ensaio em ambiente controlado. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA, v. 392, 1991.

SILVA, L. J. T. Desempenho morfofisiológico de cultivares de feijão-caupi sob diferentes déficits hídricos e fontes de nitrogênio. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Universidade Federal do Piauí. Teresina. 2018.

VIEIRA, R.F.; CARDOSO, E.J.B.N.; VIEIRA, C.; CASSINI, S.T.A. Foliar application of molybdenum in common beans. I. nitrogenases and reductase activities in a soil of high fertility. Journal of Plant Nutrition, Tokyo, v.21, n.1, p.169-180, 1998.