

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO DE *Glomus sp.* COM RIZOBACTÉRIAS NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L) WALP.)

BRUNO SOUSA SILVA¹; BRUNNA SILVA DE ALMEIDA², SHEILA ELKE ARAÚJO
NUNES², JORGE DINIZ DE OLIVEIRA², IVANEIDE DE OLIVEIRA
NASCIMENTO²

AFILIAÇÃO

¹Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) – Centro de Ciências Agrárias (CCA) – Avenida Agrária, 100, Colina Park, CEP: 65900-001, Imperatriz-MA

²Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) – Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas (CCENT) – Rua Godofredo Viana, 1300, Centro, CEP: 65901-480, Imperatriz-MA.

RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) se configura como sendo um constituinte básico da alimentação das populações rurais e urbanas do Brasil, devido ao alto valor nutritivo. Nessa direção, uma das técnicas para potencializar o desenvolvimento sustentável e a produção da cultura do feijão-caupi é a utilização combinada de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) e Rizobactérias, sobretudo aquelas atuantes na promoção do crescimento de plantas e com isso auxiliando no melhor manejo de nutrientes no solo e da planta. Desta forma, o projeto visou avaliar a associação de *Glomus sp* com Rizobactérias na promoção de crescimento, colonização radicular e eficiência na absorção de fósforo na cultura do feijão-caupi (*V. unguiculata*) var. Sempre Verde, por meio da produção de inóculos de *Glomus sp.*, bem como multiplicação e preparo de suspensões à base das bactérias *Burkholderia silviantica*, *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus methylotrophicus* que foram utilizadas na microbiolização. Em seguida, foi feito a condução do bioensaio em casa de vegetação em vasos com capacidade de 3 L, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 9 tratamentos e 4 repetições, com avaliação do percentual de germinação aos 4 dias e a cada 15 dias após o plantio: medição de altura, quantidade de folhas e índice de clorofila, por um período de 2 meses. Ao final da condução do experimento realizaram-se avaliações de massa fresca, colonização radicular e fósforo total do tecido vegetal, assim como análise estatística. Constatou-se que as variáveis analisadas não tiveram significância estatística: percentual de germinação ($p = 0,556$); altura 15 dias ($p = 0,653$), 30 dias ($p = 0,280$), 45 dias ($p = 0,143$) e 60 dias ($p = 0,379$); quantidade de folhas 15 dias ($p = 0,755$), 30 dias ($p = 0,154$), 45 dias ($p = 0,669$) e 60 dias ($p = 0,637$); índice de clorofila 15 dias ($p = 0,687$), 30 dias ($p = 0,623$), 45 dias ($p = 0,462$) e 60 dias ($p = 0,339$); massa fresca ($p = 0,311$); colonização radicular ($p = 0,172$) e fósforo total ($p = 0,220$). Todos os valores se apresentaram menores que os encontrados na literatura, corroborando para a ideia de que as bactérias utilizadas inibiram a simbiose dos FMAs com a planta estudada.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

PALAVRAS-CHAVE: Simbiose; Inoculação; Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é de fundamental importância para o Brasil, atuando como cultura de subsistência da agricultura familiar, gerando emprego e renda. Enquanto alimento consiste em proteína, minerais e fibras, constituinte em elementos básicos para alimentação das populações rurais e urbanas principalmente do nordeste e norte do Brasil.

Nesse contexto, a produção de grãos é uma das principais bases da economia brasileira e no decorrer dos últimos anos vem apresentando uma série de desafios ao seu desenvolvimento. O crescimento acelerado da urbanização tem impulsionado à expansão para locais habitualmente não utilizados acarretando o interesse em inovações que buscam potencializar a produtividade (CONAB, 2022).

De forma concomitante, devido ao alto grau de intemperismo dos solos do cerrado brasileiro, estes caracterizam-se por apresentar baixa fertilidade natural ocasionando a necessidade do uso de fertilizantes químicos, gerando tanto um impacto ambiental quanto econômico. Contudo, os microrganismos presentes no solo, em associação com o feijão-caupi podem proporcionar aumento na produtividade das culturas (Martins et al. 2014).

As rizobactérias são capazes de realizar a disponibilização biológica de uma série de nutrientes ao penetrarem no sistema radicular das plantas no solo, além de promoverem proteção contra patógenos ou resistência em troca da disponibilização de fotoassimilados a esses microrganismos (Coelho, 2021). Com isso, há a estimulação para o crescimento da planta, bem como, a promoção de uma maior produtividade, diminuindo em mais de 50% o uso de adubações nitrogenadas (Moreira et al., 2010), que somado ao longo dos anos estas podem resultar em problemas sérios ao meio ambiente, como a emissão de gases do efeito estufa (Fenn et al., 2003).

Nessa temática, os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) também estabelecem uma relação de simbiose mutualística em cerca de 80% das raízes de plantas (Bonfim et al., 2007). Assim, enquanto a planta fornece fotoassimilados, que é um fator essencial para seu desenvolvimento e reprodução, os fungos, são capazes de aumentar a área de absorção da planta fazendo com que a água e os nutrientes sejam mais bem disponibilizados para elas (Silva, 2010).

Nesse sentido, o presente estudo objetivou-se verificar a associação dos FMA

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

combinado com rizobactéria na promoção de crescimento, colonização radicular e eficiência na absorção de fósforo na cultura do feijão-caupi.

METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados na casa de vegetação da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, no município de Imperatriz – MA. As amostras de solo utilizadas no experimento foram coletadas aleatoriamente em área de vegetação nativa de Cerrado maranhense sob pastagem no município de Governador Edson Lobão (5° 74' S e 47° 36' W).

Os fungos foram coletados em projeto anterior financiado pela FAPEMA, e mantidos em cultura pura em freezer, pertencentes ao gênero: *Glomus sp.* Para multiplicação, o substrato foi colocado em vasos com capacidade de 1 kg semeando-se com a gramínea *Brachiaria sp.* como planta isca, segundo metodologia descrita por Colozzi-Filho e Balota (1994) por um período de 3 meses.

Para o preparo das soluções, as bactérias *Burkholderia silvallantica*, *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus methylotropicus*, adquiridas da Micoteca Gilson Soares da Silva, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) foram multiplicadas em meio de cultura BDA e levadas à estufa bacteriológica para crescimento por 48 horas a 28°C. Após esse período foram preparadas suspensões bacterianas de cada isolado e ajustadas em 10⁸ UFC as suas concentrações em espectrofotômetro com comprimento de onda de 540 nm.

O bioensaio foi realizado em vasos com capacidade de 3 L, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 9 tratamentos - T1 = Testemunha; T2 = *Glomus sp.*; T3 = *Glomus sp.* + *Burkholderia silvallantica*; T4 = *Burkholderia silvallantica*; T5 = *Glomus sp.* + *Pseudomonas fluorescens*; T6 = *Pseudomonas fluorescens*; T7 = *Glomus sp.* + *Bacillus methylotropicus*; T8 = *Bacillus methylotropicus*; T9 = Adubação fosfatada - com 4 repetições.

O ensaio foi conduzido até a época de pré-floração (2 meses), havendo a cada 15 dias medições de altura e quantidade de folhas, e índice de clorofila (IDC) utilizando o SPAD-502 Plus. Ainda, ao final do período de condução do experimento, as plantas foram coletadas e determinada a massa fresca da parte aérea. Em seguida, foi seca para extração do fósforo total com solução de Mehlich-1 (Tedesco et al, 1995) e determinada o fósforo total extraído por espectrofotometria, mediante ao uso do kit comercial Fósforo – Labtest.

Para a determinação do percentual de raízes colonizadas inicialmente foi realizado a

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

coloração segundo a metodologia de Phillips e Hayman (1970) em seguida feita a contagem pelo método da intersecção em placas quadriculadas (Giovanetti e Mosse, 1980). Os dados obtidos, utilizando o programa SISVAR, foram submetidos a análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos experimentos indicam que a microbiolização das sementes com rizobactérias associada a aplicação de *Glomus sp* no solo não tem diferença significativa no aumento percentual de germinação ($P=0,556$) em feijão-caupi, aos 4 dias após o plantio.

Quanto as variáveis altura de planta, índice de clorofila e número de folhas, avaliadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o cultivo, os resultados dos experimentos indicam que a microbiolização das sementes com rizobactérias associada a aplicação de *Glomus sp* no solo não promoveu diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1 – Comparação de médias da altura de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) microbiolizado com rizobactérias e sob cultivo em solo inoculado com *Glomus sp*.

Tratamento	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
T1	30,20 a	29,50 a	41,20 a	44,45 a
T2	31,55 a	30,95 a	37,33 a	39,10 a
T3	28,73 a	28,55 a	37,08 a	40,23 a
T4	24,63 a	26,88 a	41,10 a	41,05 a
T5	27,53 a	26,75 a	39,13 a	41,98 a
T6	33,10 a	30,98 a	48,08 a	46,58 a
T7	31,10 a	30,70 a	44,43 a	48,30 a
T8	29,60 a	28,65 a	40,25 a	40,58 a
T9	31,05 a	36,25 a	52,48 a	54,65 a
CV (%)	19,59	16,68	18,43	21,40
P	0,653	0,280	0,143	0,379

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). T1 = Tratamento testemunha; T2 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.*; T3 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Burkholderia silviantica*; T4 = Tratamento com inóculo de *Burkholderia silviantica*; T5 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Pseudomonas fluorescens*; T6 = Tratamento com o inóculo *Pseudomonas fluorescens*; T7 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Bacillus methylotropicus*; T8 = Tratamento com inóculo de *Bacillus methylotropicus*; T9 = Tratamento com adubação fosfatada; CV = Coeficiente de variação; P = Significância

Fonte: Autor (2023).

Tabela 2 - Comparação de médias do índice de clorofila de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) microbiolizado com rizobactérias e sob cultivo em solo inoculado com *Glomus sp*.

Tratamento	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
T1	39,50 a	41,63 a	49,10 a	45,45 a
T2	39,38 a	43,90 a	42,55 a	42,90 a

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

T3	35,95 a	44,10 a	47,05 a	48,50 a
T4	41,48 a	47,65 a	47,70 a	48,40 a
T5	34,35 a	44,18 a	41,43 a	50,83 a
T6	38,78 a	46,70 a	48,15 a	46,00 a
T7	36,20 a	42,95 a	44,45 a	43,85 a
T8	36,25 a	47,03 a	44,75 a	43,48 a
T9	39,15 a	49,85 a	43,95 a	41,90 a
CV (%)	14,41	13,06	11,71	11,98
P	0,687	0,623	0,462	0,339

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). T1 = Tratamento testemunha; T2 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.*; T3 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Burkholderia silvallantica*; T4 = Tratamento com inóculo de *Burkholderia silvallantica*; T5 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Pseudomonas fluorensces*; T6 = Tratamento com o inóculo *Pseudomonas fluorensces*; T7 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Bacillus methylotropicus*; T8 = Tratamento com inóculo de *Bacillus methylotropicus*; T9 = Tratamento com adubação fosfatada; CV = Coeficiente de variação; P = Significância.

Fonte: Autor (2023)

Tabela 3 - Comparação de médias do número de folhas de feijão-caupi feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) microbiolizado com rizobactérias e sob cultivo em solo inoculado com *Glomus sp.*

Tratamento	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
T1	7,00 a	9,25 a	12,75 a	10,75 a
T2	6,50 a	8,50 a	11,25 a	8,00 a
T3	7,25 a	7,75 a	10,50 a	9,50 a
T4	5,50 a	8,25 a	12,75 a	8,00 a
T5	5,75 a	8,25 a	12,50 a	10,75 a
T6	7,25 a	9,75 a	10,50 a	9,00 a
T7	5,75 a	8,50 a	12,75 a	8,75 a
T8	6,50 a	8,50 a	11,75 a	9,00 a
T9	6,75 a	11,25 a	13,50 a	13,50 a
CV (%)	26,22	18,40	21,08	41,19
P	0,755	0,154	0,669	0,637

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). T1 = Tratamento testemunha; T2 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.*; T3 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Burkholderia silvallantica*; T4 = Tratamento com inóculo de *Burkholderia silvallantica*; T5 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Pseudomonas fluorensces*; T6 = Tratamento com o inóculo *Pseudomonas fluorensces*; T7 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Bacillus methylotropicus*; T8 = Tratamento com inóculo de *Bacillus methylotropicus*; T9 = Tratamento com adubação fosfatada; CV = Coeficiente de variação; P = Significância.

Fonte: Autor (2023)

REN et al., (2019) avaliando o crescimento de plantas de milho com o *Rhizopagus intraradices* verificaram 33% de aumento no crescimento das plantas inoculadas em relação as não inoculadas. É de grande valia, que no experimento a inserção das rizobactérias possa ter reduzido esse crescimento, contrastando com essa teoria.

Para os parâmetros massa fresca e teor de fósforo na parte aérea e colonização radicular na planta de feijão-caupi, os resultados dos experimentos indicam que a microbiolização das sementes com rizobactérias associada a aplicação de *Glomus sp* no solo não promoveu

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação de médias da massa fresca e teor de fósforo da parte aérea, e colonização radicular no feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) microbiolizado com rizobactérias e sob cultivo em solo inoculado com *Glomus sp.*

Tratamento	Massa fresca na parte aérea (g)	Teor de Fósforo na parte aérea (mg/L)	Colonização radicular (%)
T1	10,25 a	36,76 a	-
T2	5,42 a	12,06 a	12,00 a
T3	6,33 a	28,36 a	28,00 a
T4	5,10 a	14,18 a	-
T5	6,01 a	43,21 a	34,25 a
T6	9,38 a	21,06 a	-
T7	7,67 a	28,55 a	14,75 a
T8	4,59 a	15,54 a	-
T9	12,10 a	40,46 a	-
CV (%)	62,61	72,44	66,08
P	0,311	0,220	0,172

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). T1 = Tratamento testemunha; T2 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.*; T3 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Burkholderia silvallantica*; T4 = Tratamento com inóculo de *Burkholderia silvallantica*; T5 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Pseudomonas fluorescens*; T6 = Tratamento com o inóculo *Pseudomonas fluorescens*; T7 = Tratamento com inóculo de *Glomus sp.* + *Bacillus methylotropicus*; T8 = Tratamento com inóculo de *Bacillus methylotropicus*; T9 = Tratamento com adubação fosfatada; CV = Coeficiente de variação; P = Significância.

Fonte: Autor (2023)

LEITE et al (2017) ao avaliar a intensidade de fungos micorrízicos arbusculares com e sem a presença de bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura de Feijão Guandu, constatou que essas bactérias inibiram a presença de fungos micorrízicos na rizosfera da cultura de feijão guandu, fato esse que pode justificar a redução de P absorvido.

CONCLUSÕES

- Nas condições experimentais do bioensaio, a microbiolização das sementes com rizobactérias associada a aplicação de *Glomus sp* no solo não promoveu incremento na germinação das sementes, altura de planta, índice de clorofila, número de folhas, massa fresca e teor de fósforo na parte aérea e colonização radicular na planta de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).
- As rizobactérias: *Burkholderia silvallantica*, *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus methylotropicus* utilizadas provavelmente inibiram o desenvolvimento do fungo micorrízico arbuscular afetando todos os parâmetros analisados;

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

- Pesquisas futuras à cerca da consorciação de rizobactérias com fungo micorrízico arbuscular são de suma importância para melhor entendimento da interação entre os fatores FMA – rizobactéria – planta.

APOIO FINANCEIRO

Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA e Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonfim, J. A. et al. Determinação da densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em cafeeiros cultivados em sistema agrofloreto e a pleno sol, no município de Vitória da Conquista, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., 2007, Guarapari. Anais [...]. Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Agroecologia, 2007. p. 727-730.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Perspectiva para agropecuária. Brasília, v.6. Safra 2021-2022. Nov. 2018.

Coelho, L. G. F. Inoculação e coinoculação suplementar tardia com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* como estratégias para aumento da nodulação e produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). 2021. xvii, 92 f., il. Dissertação (Mestrado em Biologia Microbiana) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021

Colozzi-Filho, A.; Balota, L. B. Micorrizas Arbusculares. In: Hungria, M.; Araújo, R. S., Ed. Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994, p.383-418.

Fenn, M. E. et al. Ecological Effects of Nitrogen Deposition in the Western United States. *BioScience*, v. 53, n. 4, p. 404, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0404:eeondi\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0404:eeondi]2.0.co;2)

Giovannetti, M.; Mosse, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in ROOTS. *New Phytologist*, v.84, p. 489-500, 1980. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x>

Leite, D. C.; Moura, J. B.; Vieira Junior, W. G.; Rocha, E. C. V.; Silva, J. C.; Matos, D. J. C.; Lucas, L. S. Influência de organismos diazotróficos sob fungos micorrízicos arbusculares em rizosfera de *Cajanus cajan*. In: Congresso Interdisciplinar - ISSN: 2595 - 7732. Anais. Goianésia: UniEvangélica, 2017

Martins, F. C. Relação solo-vegetação em área de cerrado no nordeste do Maranhão, Brasil. 2014. vii, 89 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023 – Imperatriz - MA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014.

Moreira, L. P.; Oliveira, A. P. S.; Ferreira, E. P. B. Nodulation, contribution of biological N₂ fixation, and productivity of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculated with rhizobia isolates. *Australian Journal of Crop Science*, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 644–651, 2017.

Phillips, J. M.; Hayman, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, London, v. 55, n. 1, p. 158-161, Aug. 1970.

Silva S. L. O. OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DA TERRA. 2010 Dissertação (Mestrado em Agroecologia.). Aprovada em 21 de agosto de 2010. São Luís, 2010. Disponível em: <http://www.agroecologia.uema.br/wpcontent/plugins/downloadattachments/includes/download.php?id=531>. Acesso em: 11 jul. 2022.

Ren, A. T., Zhu, Y., Chen, Y. L., Ren, H. X., Li, J. Y., Abbott, L. K., & Xiong, Y. C. Arbuscular mycorrhizal fungus alters root-sourced signal (abscisic acid) for better drought acclimation in *Zea mays* L. seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, v. 167, p. 103824, 2019.

Tedesco, M. J. Análise de solo, plantas e outros minerais. UFRGS: Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 174 p. 1995.