CENTRO UNIVERSITÁRIO DO VALE DO ARAGUAIA

DOSES DE *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI.

DIEGO HENRIQUE ALVES SOUZA

Barra do Garças – MT, 2025

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO VALE DO ARAGUAIA

DOSES DE *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI.

DIEGO HENRIQUE ALVES SOUZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo acadêmico Diego Henrique Alves Souza como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia pelo Centro Universitário do Vale do Araguaia, sob orientação da professora Me. Lidianne Lemes Silva Abud.

Barra do Garças – MT, 2025

DOSES DE *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI.

Diego Henrique Alves Souza[1], Me. Lidianne Lemes Silva Abud [2].

RESUMO:
O feijão-caupi é uma leguminosa de grande relevância socioeconômica, especialmente em regiões tropicais e em sistemas de agricultura familiar. Sua produtividade, no entanto, é frequentemente limitada por deficiências nutricionais e condições edafoclimáticas adversas. Neste trabalho, avaliou-se o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos (0, 500, 600 e 700 mL de inoculante) e cinco repetições. As variáveis analisadas incluíram altura de plantas, número de folhas, comprimento e volume radicular, além da produção de biomassa fresca e seca. Os resultados demonstraram que a inoculação promoveu incrementos significativos em variáveis de crescimento, sendo a dose intermediária (600 mL) a mais eficiente para promover equilíbrio fisiológico. Conclui-se que o uso de *A. brasilense* representa alternativa viável e de baixo custo para o manejo do feijão-caupi.

Palavras-chave: Fixação biológica de nitrogênio. Inoculante. *Vigna unguiculata*. Leguminosas.

ABSTRACT:
Cowpea is a legume of great socioeconomic importance, especially in tropical regions and family farming systems. However, its yield is often limited by nutritional deficiencies and adverse edaphoclimatic conditions. This study evaluated the effect of different doses of *Azospirillum brasilense* on cowpea growth and development under greenhouse conditions. The experiment was conducted in a randomized block design with four treatments (0, 500, 600 and 700 mL of inoculant) and five replications. The variables analyzed included plant height, leaf number, root length and volume, as well as fresh and dry biomass production. The results showed that inoculation significantly increased growth parameters, with the intermediate dose (600 mL) being the most effective in promoting physiological balance. It is concluded that the use of *A. brasilense* represents a viable and low-cost alternative for cowpea management.

Key-words: Biological nitrogen fixation. Inoculant. Vigna unguiculata. Legumes.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma leguminosa de grande relevância socioeconômica, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, apresenta forte importância para a agricultura familiar, especialmente em pequenas e médias propriedades, onde desempenha papel estratégico na segurança alimentar, geração de renda e diversificação dos sistemas produtivos. Sua rusticidade e capacidade de adaptação a condições adversas, como

[1] Acadêmico do curso de bacharel em Agronomia do Centro Universitário do Vale do Araguaia.
[2] Professor orientador do Centro Universitário do Vale do Araguaia.

elevadas temperaturas, déficit hídrico e baixa fertilidade dos solos, permitem sua inserção em sistemas de sequeiro e em áreas caracterizadas por maiores limitações edafoclimáticas. Além disso, a cultura possui elevado valor nutricional, destacando-se pelo teor de proteínas e minerais essenciais à dieta humana, como ferro e outros micronutrientes de relevância metabólica (Melo; Voltolini, 2019).

Apesar de sua reconhecida adaptabilidade e importância social, a produtividade média do feijão-caupi ainda se encontra abaixo do potencial genético de suas cultivares. Entre os principais fatores limitantes estão as deficiências nutricionais, frequentemente observadas em solos tropicais, e os efeitos fisiológicos provocados por estresses abióticos, como salinidade, acidez elevada e baixa disponibilidade de nutrientes essenciais. Essas restrições afetam diretamente o crescimento vegetativo e o acúmulo de biomassa, refletindo em menor rendimento de grãos (Nascimento *et al.*, 2022). Nesse contexto, a busca por alternativas mais viáveis que integrem o manejo nutricional e biológico da cultura tem se mostrado fundamental para o aumento da eficiência produtiva e da qualidade do produto.

Uma das estratégias promissoras nesse sentido é a inoculação com bactérias promotoras de crescimento vegetal, como *Azospirillum brasilense*. Essa espécie bacteriana tem apresentado resultados consistentes em diferentes culturas, favorecendo a absorção de nutrientes, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular e contribuindo para o incremento da produtividade, inclusive quando associada à redução no uso de fertilizantes minerais. Além disso, pesquisas indicam que a reinoculação periódica pode garantir efeitos prolongados, mantendo ou até mesmo ampliando a eficiência da simbiose em cultivos sucessivos (Hungria *et al.*, 2011).

Outra linha de investigação que vem se consolidando é a biofortificação agronômica, prática que associa o uso de microrganismos benéficos com a aplicação de nutrientes minerais visando não apenas melhorar o desempenho fisiológico da planta, mas também enriquecer os grãos em termos nutricionais. Essa perspectiva possibilita agregar valor ao produto final, sem comprometer componentes metabólicos importantes, como carboidratos e proteínas, atendendo tanto à demanda por alimentos mais nutritivos quanto às exigências de mercado (Rocha *et. al*., 2014).

Além dos benefícios em ambientes de cultivo convencionais, estudos recentes demonstram que a coinoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio pode mitigar os efeitos negativos de estresses abióticos, como a salinidade, que representa um dos maiores entraves à produção agrícola em regiões semiáridas. A aplicação dessas técnicas contribui para maior tolerância das plantas às condições adversas, promovendo não apenas crescimento vegetativo

mais vigoroso, mas também aumento do rendimento de grãos em condições de estresse (Nascimento *et al.*, 2022a).

Diante desse cenário, a integração entre estratégias nutricionais e biológicas apresenta-se como alternativa promissora para incrementar a produtividade, melhorar a qualidade nutricional dos grãos e reduzir impactos ambientais decorrentes do uso intensivo de fertilizantes químicos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* sobre o crescimento do feijão-caupi, a fim de identificar a dose mais eficiente para as condições edafoclimáticas da área experimental, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e economicamente viáveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação no Centro Universitário do Vale do Araguaia – UNIVAR, situado no município de Barra do Garças – MT, nas coordenadas geográficas 15°53’26” S e 52°16’40” W. O solo utilizado foi coletado na Fazenda Nova, localizada a 330 m de altitude, nas coordenadas 15°56’11,04” S e 51°59’1,95” O, situada na cidade de Bom Jardim-GO. A região apresenta clima tropical, com temperatura média anual variando entre 16 °C e 35 °C e precipitação média de aproximadamente 1.300 mm.

O solo apresentou textura média argilosa, com 28% de argila, conforme análise realizada no Laboratório Solo e Companhia, em Goiânia – GO. A caracterização química do solo, na camada de 0–20 cm de profundidade, apresentou os seguintes resultados: pH (H_2O) 6,0; P: 12,85 mg dm^{-3}; K: 76 mg dm^{-3}; Ca: 4,46 cmolc dm^{-3}; Mg: 3,0 cmolc dm^{-3}; S: 5,29 mg dm^{-3}; Al: 0,0 cmolc dm^{-3}; saturação por bases: 81,66%; CTC: 9,38 cmolc dm^{-3}.

O experimento foi conduzido com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela foi composta por sacos plásticos com capacidade para 10 L de solo seco, no qual foi cultivada uma única planta de feijão-caupi. O fator estudado foi a dose de inoculante comercial à base de *Azospirillum brasilense*, CEPAS AbV5 e AbV6, com 2 x 10^8 UFC/mL, aplicada diretamente sobre as sementes momentos antes da semeadura, com auxílio de uma pipeta, nas seguintes concentrações: 0 ml (controle), 500 ml, 600 ml e 700 ml para 100 kg de sementes, por tratamento.

A semeadura foi realizada em 21 de setembro de 2024, 72 dias após semeadura, utilizando sementes de feijão-caupi convencional, provenientes de produção local. Foram colocadas cinco sementes por saco, e após a emergência, realizou-se o desbaste, mantendo

apenas a planta mais vigorosa. O manejo hídrico foi realizado por irrigação manual diária, de forma a manter a umidade próxima à capacidade de campo durante todo o ciclo experimental.

A coleta de dados ocorreu em 2 de dezembro de 2024. As variáveis avaliadas foram: altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, número de nós, comprimento da raiz (cm), volume radicular (mL), massa fresca da parte aérea (folhas e caule) e massa fresca de raízes (g). Após a coleta, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e levado para estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante, para determinação da massa seca da parte aérea e das raízes.

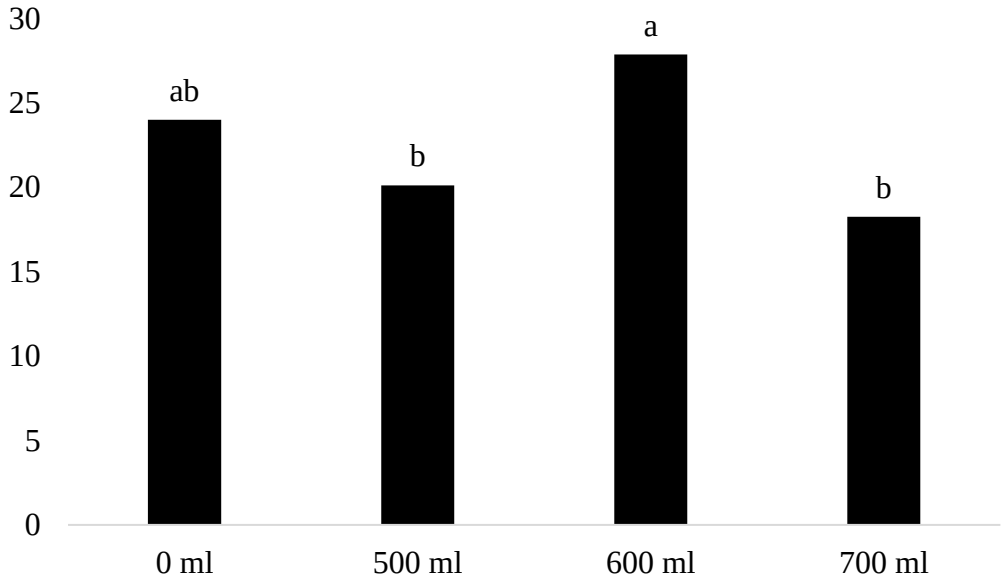
O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Casualizados (DBC), que permitiu controlar a variabilidade das condições ambientais. Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística. O efeito dos tratamentos foi avaliado por análise de variância ANOVA, e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico Agroestat (Barbosa; Maldonado, 2015) foi utilizado para a execução das análises estatísticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise dos dados, observou-se que determinados parâmetros apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, especialmente em características relacionadas ao crescimento vegetativo e ao acúmulo de biomassa, enquanto outros não evidenciaram variação relevante. O diâmetro do caule e o número de nós não apresentaram diferenças significativas, indicando que a aplicação do inoculante não influenciou diretamente esses parâmetros estruturais da planta. Esse comportamento é semelhante ao observado por Hungria *et al.,* (2010), que relataram respostas discretas da inoculação em algumas variáveis morfológicas iniciais, embora os efeitos positivos sejam mais evidentes em parâmetros produtivos.

Por outro lado, a altura das plantas apresentou variação significativa entre os tratamentos, sendo a dose de 600 ml a que proporcionou maior crescimento, com média de 27,87 cm, conforme observado na Figura 1. Esse desempenho indica que a dose intermediária de inoculante foi mais eficiente em estimular o alongamento celular e a expansão vegetativa. Segundo Moreira *et al.*, (2023), esse efeito pode ser atribuído à produção de fitormônios, como auxinas e citocininas, por cepas de *Azospirillum brasilense*, que promovem maior crescimento da parte aérea. Esse estímulo também favorece a interceptação de luz e a atividade fotossintética, contribuindo para maior potencial de acúmulo de fotoassimilados.

Figura 1. Altura média das plantas de feijão-caupi (cm) em função das doses de *Azospirillum brasilense*.



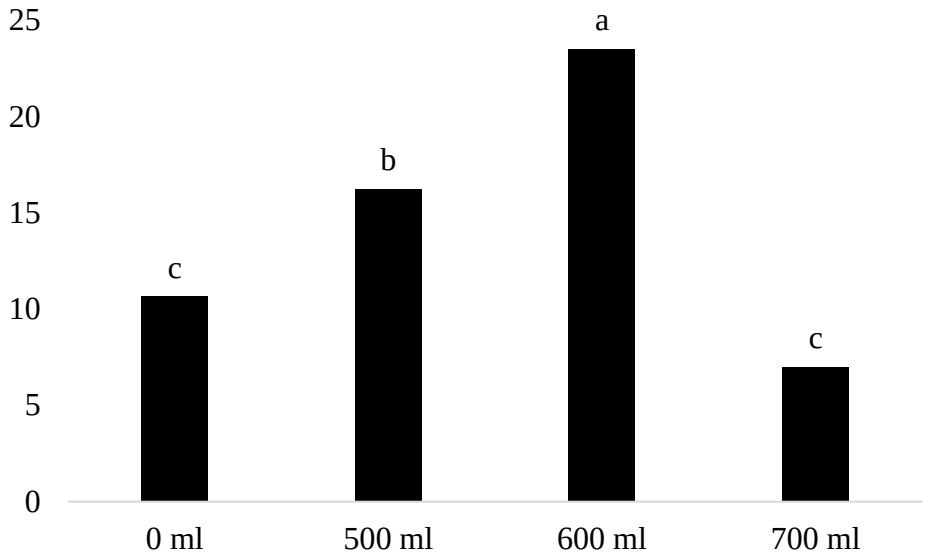
*Diferentes letras sob colunas demonstram diferença estatística pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Na Figura 2, podemos observar que o número de folhas foi uma das variáveis mais influenciadas pelas doses de inoculante, apresentando diferenças altamente significativas. A dose de 600 mL foi a que resultou no maior valor médio, diferindo estatisticamente das demais. Já as doses de 700 mL e de 0 mL apresentaram desempenho inferior em relação à de 600 mL. O aumento no número de folhas é um indicativo da maior capacidade fotossintética da planta, aspecto fundamental para o acúmulo de biomassa e maior produtividade. Nesse mesmo sentido, Sorano *et al.*, (2024) destacam que doses equilibradas de inoculação podem promover biofortificação nutricional e favorecer o crescimento vegetativo de leguminosas, ampliando a área foliar e, consequentemente, a eficiência fotossintética.

Esse comportamento é reforçado por outros estudos, como o Silva *et al*. (2023) que observaram que doses intermediárias de *A. brasilense* estimularam significativamente o número de folhas e a produção de biomassa em condições controladas, confirmando a relação direta entre equilíbrio da dose aplicada e maior área foliar. De forma semelhante, Terra *et al*. (2024) verificaram incrementos expressivos na emissão foliar em plantas submetidas à coinoculação, reforçando a contribuição do microrganismo para ampliar a capacidade fotossintética e, consequentemente, a produção de assimilados.

Além disso, pesquisas recentes indicam que o aumento no número de folhas está associado não apenas ao fornecimento de nutrientes, mas também à produção de fitormônios, como auxinas e citocininas, liberados por *A. brasilense*. Esses reguladores de crescimento exercem papel decisivo na expansão foliar e na diferenciação de tecidos, o que potencializa a interceptação luminosa e a eficiência fotossintética da planta (Pelagio-Flores *et al*., 2025). Dessa forma, o efeito observado na dose de 600 mL evidencia a importância de se estabelecer níveis adequados de inoculação, capazes de maximizar a resposta fisiológica sem comprometer o equilíbrio metabólico.

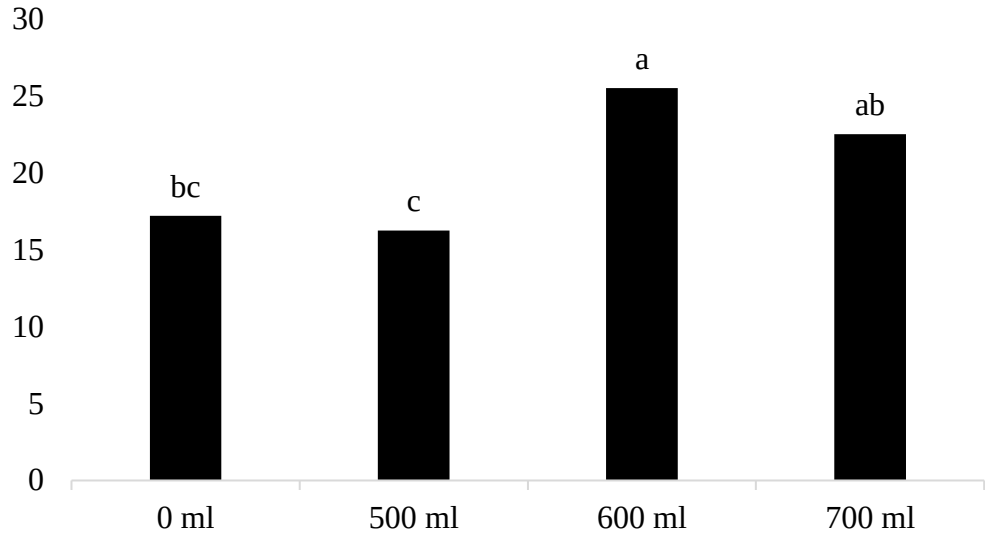
Figura 2 – Número médio de folhas por planta de feijão-caupi em diferentes doses de *Azospirillum brasilense*.



*Diferentes letras sob colunas demonstram diferença estatística pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

No sistema radicular, o comprimento das raízes não apresentou diferença estatística, sugerindo que a inoculação não alterou significativamente o crescimento longitudinal. Contudo, o volume radicular foi fortemente influenciado, com destaque para a dose de 600 mL, que apresentou a maior média (25,5 cm^3), como visto na Figura 3. Esse resultado demonstra que o inoculante contribuiu para a formação de um sistema radicular mais robusto, o que pode favorecer na maior absorção de água e nutrientes. Nascimento *et al.*, (2022a) observaram comportamento semelhante em plantas de feijão-caupi submetidas à coinoculação bacteriana, relatando maior desenvolvimento radicular em condições de estresse salino.

Figura 3 – Volume médio de raízes (cm³) de feijão-caupi em função das doses de *Azospirillum brasilense*.



*Diferentes letras sob colunas demonstram diferença estatística pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os efeitos mais expressivos foram observados nas variáveis relacionadas à produção de biomassa. A massa verde da parte aérea foi superior nas doses de 600 mL e 700 mL, enquanto a dose de 500 mL e a de 0 mL apresentaram valores reduzidos. Esse comportamento reforça a hipótese de que doses intermediárias de inoculante promovem maior equilíbrio entre absorção de nutrientes e estímulo hormonal, resultando em maior produção de biomassa foliar e caulinar. Esse efeito foi descrito por Pelagio-Flores *et al.,* (2025), que destacam a atuação em conjunto de mecanismos como promoção da absorção mineral e produção de fitormônios por *Azospirillum*, favorecendo o aumento da biomassa vegetal. Já a massa verde de raízes apresentou padrão diferente, com destaque para a dose de 0 mL, que obteve o melhor desempenho, sugerindo que a ausência de inoculação pode, em determinados casos, estimular o crescimento subterrâneo, ainda que sem apresentar o mesmo efeito positivo na parte aérea.

No que se refere à massa seca, a dose de 600 mL apresentou superioridade tanto para a parte aérea quanto para as raízes, indicando maior eficiência na translocação e acúmulo de fotoassimilados. Esse resultado confirma que essa dose foi a mais adequada para promover crescimento equilibrado, garantindo desenvolvimento vigoroso tanto da parte aérea quanto do sistema radicular. A dose de 700 mL obteve resultados intermediários, enquanto as doses de 500 mL e 0 mL se destacaram negativamente, com valores mais baixos. Esses achados confirmam Sorano *et al*., (2024), que também verificaram maior eficiência da inoculação em

doses intermediárias, associada a incrementos no acúmulo de biomassa seca e na qualidade fisiológica das plantas.

De modo geral, os resultados demonstram que a dose de 600 mL foi a mais eficiente para a maioria das variáveis analisadas, destacando-se pela maior altura de plantas, número de folhas, volume de raiz e acúmulo de biomassa seca. A dose de 700 mL mostrou-se promissora para a produção de massa verde da parte aéreaJá a dose de 500 mL teve desempenho inferior na maioria das variáveis, confirmando os benefícios da inoculação com *A. brasilense* para o feijão-caupi (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias dos tratamentos da cultura do feijão caupi para as características matéria verde e seca da parte aérea e matéria verde e seca da raiz.

Tratamentos	Matéria Verde Aérea (g)	Matéria Seca Aérea (g)	Matéria Verde Raiz (g)	Matéria Seca Raiz (g)
0 ml	19,62 b	1,95 b	46,77 a	1,35 b
500 ml	23,60 b	2,90 b	18,00 c	1,87 b
600 ml	48,90 a	10,37 ab	28,85 b	6,82 a
700 ml	67,90 a	6,57 ab	30,27 b	3,85 b
C.V. (%)	21,93	7,09	25,41	16,54
DMS (%)	20,80	6,05	9,88	2,55

* As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferiram entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Diversos trabalhos reforçam essa tendência, como em Condori *et al.,* (2024) que identificaram aumentos expressivos na altura de plantas, no desenvolvimento radicular e na biomassa aérea em resposta à inoculação. Em condições controladas, Souza *et al.,* (2023) verificou que a chamada “dose de máxima eficiência técnica” promoveu incrementos significativos no diâmetro do caule, evidenciando o papel das doses adequadas na resposta fisiológica das plantas. Sob a perspectiva econômica, Damasceno *et al.,* (2024) destacaram que, mesmo em associação com diferentes fontes e níveis de nitrogênio, a inoculação manteve-se viável, assegurando bom desempenho produtivo. Na soja, Picoli *et al*. (2022), observaram que doses intermediárias de coinoculação proporcionaram produtividade equivalente ou superior à obtida com fertilização nitrogenada convencional, reforçando a aplicabilidade dessa prática em diferentes leguminosas.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o uso de inoculantes constitui uma alternativa agronômica eficiente e de baixo custo, capaz de melhorar o desempenho da cultura

e reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados (Condori *et al*., 2024; Picoli; Pasquetto., 2022). Observa-se que a definição da dose aplicada é fator determinante para o sucesso da prática, visto que concentrações intermediárias favorecem maior equilíbrio entre absorção de nutrientes e estímulo hormonal, resultando em plantas com crescimento vegetativo mais vigoroso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos evidenciam que a inoculação de feijão-caupi com *Azospirillum brasilense* promove ganhos expressivos em variáveis de crescimento, como altura de plantas, número de folhas, volume radicular e acúmulo de biomassa seca, em relação à ausência do inoculante. Entre as doses avaliadas, a intermediária (600 mL) mostrou-se a mais eficiente, proporcionando maior equilíbrio fisiológico e desempenho superior para a maioria das características analisadas.

Conclui-se que a utilização de *A. brasilense* em doses intermediárias é uma alternativa eficiente e de baixo custo para o manejo do feijão-caupi. Recomenda-se, entretanto, a realização de novos experimentos em condições de campo, de forma a validar e ampliar a aplicabilidade dos resultados em diferentes contextos edafoclimáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J. C.; MALDONADO, W. J. **Experimentação agronômica & AgroEstat:** sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**.** Jaboticabal: FUNEP, 2015. 396 p.

CONDORI, T. et al. Inoculation with *Azospirillum brasilense* as a strategy to reduce nitrogen fertilization in cultivating purple maize (*Zea mays* L.) in the Inter-Andean Valleys of Peru**. Microorganisms**, v. 12, n. 10, p. 2107, 2024.

DAMASCENO, L. J. et al. Economic analysis of *Azospirillum brasilense* inoculation associated with enhanced-efficiency nitrogen fertilizers in corn production in the Brazilian Amazon**. Nitrogen**, v. 5, n. 3, p. 544-552, 2024.

SILVA O., C. E.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, K. L.; SILVA, F. G. Inoculação com *Azospirillum brasilense* estimula o crescimento e o acúmulo de biomassa em plantas, com destaque para o aumento no número de folhas. **Plants (Basel)**, 2023.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.

MELO, R. F. de; VOLTOLINI, T. V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019.

MOREIRA, C. D.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, R. P.; SILVA, M. A. Coinoculação com *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium* spp. em feijão-caupi em sistema de consórcio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2023.

NASCIMENTO, E. C. S. et al. Coinoculação bacteriana em feijão-caupi sob salinidade: efeitos na nodulação, crescimento e rendimento. 2022. **Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)** – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2022b.

NASCIMENTO, E. C. S.; SANTOS, C. A.; ARAÚJO, A. M. Coinoculação de *Azospirillum brasilense* em feijão-caupi sob estresse salino. 2022. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2022a.

PELAGIO-FLORES, R. et al. A century of *Azospirillum*: plant growth promotion and agricultural promise. **Plant Signaling & Behavior,** v. 20, n. 1, 2025.

PICOLI, M. M.; *et. al*. Combination of *Azospirillum* and *Bradyrhizobium* on inoculant formulation improve nitrogen biological fixation in soybean. **Journal of Agricultural Science,** v. 14, n. 4, p. 145-145, mar. 2022.

ROCHA, M. de M.; *et. al*. **Biofortificação do feijão-caupi**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

SORANO, L. A. Biofortificação agronômica do feijão-caupi associada à inoculação com *Azospirillum brasilense*. 2024. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2024.

SOUZA, A. das G.; SMIDERLE, O. J.; MAIA, S. da S.; DIAS, T. J. Do *Azospirillum brasilense* application methods and doses influence the quality of Cordia alliodora seminal seedlings. **Scientia Forestalis**, v. 51, 2023.

TERRA, L. E. da M. et al. Co-inoculation of *Azospirillum brasilense* and *Bacillus* sp. enhances biomass and photosynthetic efficiency in *Urochloa brizantha*. **Agriculture,** v. 14, n. 12, p. 2349, 2024.