

Uso de inoculantes biológicos no desenvolvimento inicial de plantas de feijão preto

Robson Figueredo Nomura^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}robsonnomura1992@hotmail.com

Resumo: A inoculação de sementes de feijão *on-farm* é uma prática para otimizar a produtividade e a saúde das culturas. A aplicação de bactérias que formam simbiose com raízes de feijão, promove a fixação biológica de nitrogênio, reduzindo a dependência de fertilizantes nitrogenados sintéticos. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de inoculantes comerciais biológicos aplicados em sementes de feijão comum no desenvolvimento inicial das plantas. O experimento foi conduzido no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, em Cascavel-PR, entre abril e maio de 2025. Utilizou-se o Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando 24 unidades experimentais em vasos preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, utilizando 3 sementes por vaso da cultivar IPR URUTAU (feijão preto). Os tratamentos aplicados foram: T1 (Testemunha), T2 (Comercial 1-*Rhizobium tropici*), T3 (Comercial 2-*Bradyrhizobium japonicum*) e T4 (Comercial 3-*Rhizobium tropici*). As variáveis analisadas, após 30 dias em casa de vegetação, incluíram massa seca (g), comprimento de raiz (cm) e comprimento da parte aérea (cm). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, análise de variância (ANOVA) e comparações de médias por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Conclui-se que a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* proporcionou o maior crescimento da parte aérea das plantas de feijão comum, seguido pela inoculação com *Rhizobium tropici*. No entanto, para o comprimento das raízes e a massa seca, não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Palavras-chave: Inoculação; fertilizantes; *on-farm*.

Use of biological inoculants in the initial development of black bean plants

Abstract: On-farm bean seed inoculation is a practice to optimize crop productivity and health. The application of bacteria that form symbiosis with bean roots promotes biological nitrogen fixation, reducing dependence on synthetic nitrogen fertilizers. The objective of this study was to evaluate the performance of commercial biological inoculants applied to common bean seeds in the initial development of plants. The experiment was conducted at the Assis Gurgacz Foundation University Center, in Cascavel-PR, between April and May 2025. A Randomized Block Design (RBD) was used, with 4 treatments and 6 replicates, totaling 24 experimental units in pots filled with soil classified as Dystroferic Red Latosol, using 3 seeds per pot of the IPR URUTAU cultivar (black bean). The treatments applied were: T1 (Control), T2 (Commercial 1-*Rhizobium tropici*), T3 (Commercial 2-*Bradyrhizobium japonicum*) and T4 (Commercial 3-*Rhizobium tropici*). The variables analyzed, after 30 days in the greenhouse, included dry mass (g), root length (cm) and shoot length (cm). The data were submitted to the Shapiro-Wilk normality test, analysis of variance (ANOVA) and comparisons of means using the Tukey test, at 5% probability. It was concluded that inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* provided the greatest growth of the shoot of common bean plants, followed by inoculation with *Rhizobium tropici*. However, for root length and dry mass, there were no significant differences between treatments.

Keywords: Inoculation; fertilizers; *on-farm*.

Introdução

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos alimentos mais consumidos pelos brasileiros, fornecendo proteínas, carboidratos e nutrientes essenciais na dieta humana como vitaminas, ferro, cálcio, magnésio e zinco (Vieira *et al.*, 2021).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijão, ficando atrás apenas da Índia (Faostat, 2024). A produção total da safra 2024 foi de aproximadamente 3.312,7 mil toneladas, provenientes do cultivo em cerca de 2.861,6 mil hectares, com uma produtividade média de 1.157 kg por hectare. No país, ocorrem três safras ao longo do ano: a safra das águas, a safra da seca e a safra de inverno. A produção da primeira safra representa 44% do total produzido, assim como a produção da segunda safra (CONAB, 2025).

Seu cultivado ocorre em diferentes estados brasileiros, sob diversas condições edafoclimáticas, épocas e sistemas de cultivo (Vieira *et al.*, 2021). Os principais estados produtores são Paraná (22,67% da produção), Minas Gerais (19,29%) e Goiás (12,33%) (CONAB, 2025).

Assim como outras leguminosas da família Fabaceae, o feijoeiro apresenta a capacidade de estabelecer simbiose mutualística nas raízes com bactérias fixadoras de nitrogênio, presentes naturalmente no solo ou inseridas a partir da inoculação de sementes (Viçosi e Pelá, 2020). Portanto, os inoculantes, à base de bactérias benéficas, podem ser utilizados no tratamento de sementes, promovendo a formação de nódulos radiculares e podendo suprir parte das exigências nutricionais da planta (Cunha *et al.*, 2024).

Das bactérias que são capazes de estabelecer essa simbiose na cultura, pode-se citar os gêneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium*, entre outros (Hara *et al.*, 2021). O *Rhizobium tropici* destaca-se como a espécie mais utilizada e indicada para solos tropicais ácidos, em razão de sua elevada eficiência na nodulação e resistência a condições ambientais adversas, como altas temperaturas, acidez acentuada e salinidade elevada (Viçosi e Pelá, 2020). Já o *Bradyrhizobium japonicum* é uma bactéria de crescimento mais lento, amplamente empregada na cultura da soja (*Glycine max*), reconhecida por sua elevada capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e formar nódulos eficazes, preferencialmente em solos de pH neutro a ligeiramente ácido, apresentando menor resistência a extremos de acidez e calor (Curá, Vivanco e Vivanco, 2024).

A simbiose ocorre a partir da liberação de compostos químicos pelas raízes, que ativam as bactérias e induzem a formação de nódulos radiculares. Nesses nódulos, as bactérias utilizam a enzima nitrogenase para converter o nitrogênio atmosférico (N_2), indisponível para as plantas, em formas assimiláveis como amônia (NH_3) e amônio (NH_4^+). O nitrogênio fixado é

incorporado pela planta na síntese de aminoácidos, proteínas e outros compostos essenciais, enquanto as bactérias recebem carboidratos derivados da fotossíntese como fonte de energia (Taiz *et al.*, 2021). Essa simbiose favorece o desenvolvimento do feijoeiro mesmo em solos com baixa disponibilidade de nitrogênio, conferindo vantagens agronômicas à cultura (Cunha *et al.*, 2024).

Assim, a inoculação com esses microrganismos contribui para o aumento da produtividade, principalmente por meio da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). Adicionalmente, dependendo da composição do inoculante, pode também favorecer a mineralização de fósforo orgânico, a solubilização de fósforo inorgânico e de outros nutrientes, a produção de reguladores de crescimento vegetal (como auxinas, citocininas e giberelinas), além do controle biológico de patógenos (Paravar *et al.*, 2023).

Além disso, essa prática é uma alternativa sustentável em relação ao uso de fertilizantes nitrogenados, sendo uma tecnologia capaz de substituir parcial ou totalmente a adubação nitrogenada mineral (Viçosi e Pelá, 2020). Ademais, a inoculação de sementes pode ser realizada de duas formas, por meio do tratamento industrial ou no sistema *on-farm*, ou seja, diretamente na propriedade, podendo aumentar a autonomia dos produtores (Oliveira e Boiago, 2022).

Dessa forma, sementes inoculadas podem demonstrar plantas com maior crescimento radicular e aéreo, explorando maior volume de solo e consecutivamente demonstrando maior capacidade de absorver água e nutrientes (Capristo *et al.*, 2020).

Miosso (2022) descreve que a inoculação com *Rhizobium tropici* em cultivares de feijão inferiu positivamente em variáveis agronômicas, como número de vagens por planta, massa de grãos por planta e rendimento de grãos.

Considerando que elevadas produtividades na cultura do feijão demandam maiores quantidades de nitrogênio (Cunha *et al.*, 2024), alternativas como o uso de inoculantes biológicos têm sido utilizados.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de inoculantes comerciais biológicos aplicados em sementes de feijão comum no desenvolvimento inicial das plantas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na cidade de Cascavel no estado do Paraná, na área de cultivo da Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz FAG, localizada nas coordenadas geográficas latitude 24°56'24.2"S e longitude 53°30'37.2"W. O experimento ocorreu entre os meses de abril e maio de 2025. O clima predominante na região é caracterizado

como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) e a precipitação anual média está entre 1800 a 2000 mm (Nitsche *et al.*, 2019). A temperatura média de abril foi de 20,5 °C, com mínima média de 16,8 °C e máxima média de 25,2 °C, enquanto a umidade relativa (UR) média foi de 76%. Em maio, a temperatura média foi de 16,9 °C, com mínima média de 13,4 °C e máxima média de 21,2 °C, e a UR média foi de 78% (Climate, 2025).

Essa região apresenta solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférrico, de acordo com a Embrapa (2018), sendo utilizado no trabalho. O experimento foi conduzido em ambiente controlado, utilizando vasos como recipientes para a semeadura. A umidade do solo foi mantida em níveis ótimos de irrigação durante todo o experimento.

Anteriormente a semeadura, uma análise de solo foi realizada, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Análise físico-química do solo. Cascavel / PR, 2024.

Amostra	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	t	K	Al	V
	(CaCl ₂)										
					Cmol _c /dm ³				mg/dm ³	%	%
0-20 cm	4,80	5,0	1,44	0,09	5,76	7,0	12,76	7,09	218,4	1,27	54,86

Fonte: Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H+Al: acidez potencial; SB: Somas de Bases; T: capacidade de troca de cátion no potencial de hidrogênio 7; t: capacidade de troca de cátion efetiva; K: Potássio; Al%: saturação de Alumínio; V: saturação de bases.

O experimento foi estruturado em um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Cada unidade experimental consistiu em um vaso com capacidade de 10 litros. A cultivar utilizada foi a IPR URUTAU, feijão preto, de porte ereto, alto potencial de rendimento e semiprecoce.

O experimento foi mantido por um período de 30 dias na casa de vegetação, adotando as seguintes proporções para cada tratamento: em cada vaso, foram semeadas 3 sementes, distribuídas nos tratamentos T1-Testemunha, T2-Comercial 1 (*Rhizobium tropici*), T3-Comercial 2 (*Bradyrhizobium japonicum*) e T4-Comercial 3 (*Rhizobium tropici*). Para os tratamentos T2, T3 e T4, as sementes foram inoculadas com produtos biológicos na dosagem 0,075 mL para cada 50 gramas de semente.

O produto comercial 1 é um inoculante líquido para feijão formulado com a bactéria *Rhizobium tropici*, o produto comercial 2 é um inoculante líquido para soja formulado com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* cepas Semia 5079 e Semia 5080 (com conteúdo mínimo de $5,0 \times 10^9$ UFC mL⁻¹), já o produto comercial 3 é um inoculante líquido para feijão formulado com a bactéria *Rhizobium tropici* cepas Semia 4077, Semia 4080 ou Semia 4088, vitaminas, sais minerais, fonte de carbono, turfa (pó) e água, espessante, conservante e estabilizante PVP (aquoso), na concentração $3,0 \times 10^9$ células viáveis por mL g⁻¹.

As variáveis analisadas no experimento foram massa seca (g), avaliada após secagem das plantas em estufa de ventilação forçada (65 °C), até atingir peso constante; comprimento de raiz (cm), medida após a coleta das plantas, com avaliação do comprimento total da raiz principal; e, comprimento da parte aérea (cm), medindo a altura da planta, da base até o ponto mais alto da parte aérea.

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados dos tratamentos de sementes de feijão com inoculantes comerciais biológicos.

Tabela 2 – Massa seca (g), comprimento de raiz (cm) e parte aérea da planta (cm) de plantas de feijão preto (IPR URUTAU) oriundas de sementes inoculadas com produtos comerciais biológicos, após 30 dias mantidas em casa de vegetação, Cascavel, Pr.

Inoculantes	Tamanho da Parte aérea (cm)	Comprimento da Raiz (cm)	Massa seca da planta (g)
T1 – Testemunha	22,9 b	21,9 a	1,2 a
T2 – Comercial 1	26,7 ab	22,7 a	1,6 a
T3 – Comercial 2	29,3 a	26,8 a	1,6 a
T4 – Comercial 3	27,0 ab	27,9 a	1,4 a
Média geral	26,5	24,8	1,4
p-valor	0,0056	0,0556	0,0917
DMS	4,44	6,85	0,52
CV (%)	10,39	17,06	22,81

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. p-valor: medida para determinar significância; DMS: Diferença Mínima Significativa; CV: Coeficiente de Variação. T1= Testemunha, T2= *Rhizobium tropici*, T3= *Bradyrhizobium japonicum* (Semia 5079 e 5080), T4= *Rhizobium tropici* (Semia 4077, 4080 ou 4088).

Para a variável parte aérea, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que a maior média foi da inoculação com o produto comercial 2 (*Bradyrhizobium japonicum*), seguido dos produtos comerciais 1 e 3, ambos com *Rhizobium tropici*. Os resultados demonstram que a inoculação de sementes com microrganismos benéficos estimula o crescimento vegetativo do feijoeiro.

Esses resultados corroboram com Cunha *et al.* (2024), que avaliaram quatro cultivares de feijão e observaram que a altura das plantas foi influenciada pela aplicação de *Rhizobium tropici* aos 15 e 30 dias após a emergência. Os autores atribuíram seus resultados à incapacidade do solo no fornecimento de nitrogênio para o feijoeiro, através da matéria orgânica já presente,

e incapacidade das bactérias fixadores de nitrogênio já presentes no solo de atender à demanda das plantas.

Barbosa *et al.* (2020) também identificaram que a utilização de *Rhizobium tropici* na inoculação de sementes de feijão proporcionou maior média de altura de plantas. Os autores concluíram que a deficiência de nitrogênio no feijoeiro reduz significativamente o desenvolvimento vegetativo, o que infere diretamente na altura. Conforme Taiz *et al.* (2021), esse macronutriente é constituído por aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas e hexoaminas, compostos relacionados diretamente ao desenvolvimento vegetativo das plantas. Ainda, por fazer parte da estrutura da clorofila, sua deficiência compromete a taxa de fotossíntese, reduzindo, assim, a síntese de compostos de carbono.

Sousa *et al.* (2018) observaram em feijão-caupi, para cultivar IPA 207, que a inoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* demonstrou maior comprimento de parte aérea, porém, para outras duas cultivares esse resultado não foi observado, o que reflete na interação das cultivares e estirpes utilizadas. Assim, os resultados deste estudo demonstram que a cultivar e estirpes utilizadas influenciaram nas maiores médias de comprimento de parte aérea.

Em relação à variável comprimento de raiz, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Porém, é possível observar variações numéricas quando as sementes foram inoculadas, destacando-se o produto comercial 3 (*Rhizobium tropici* Semia 4077, 4080 ou 4088), que apresentou 6,06 cm a mais em comparação à testemunha. A não significância pode ser explicada pela variabilidade dos dados (refletida pelo coeficiente de variação de 17,06%) e pelo fato da diferença mínima significativa (DMS = 6,85 cm) ser maior que a diferença entre a maioria dos tratamentos.

Assim, os resultados sugerem maior acúmulo de reservas nas raízes em relação à testemunha, considerando que raízes mais desenvolvidas aumentam a eficiência na absorção de nutrientes, refletindo potencialmente em maior produção e acúmulo de assimilados na planta.

Capristo *et al.* (2020) observaram ganhos de biomassa de raízes com a inoculação de sementes com *Rhizobium tropici* em feijão comum.

Entre os tratamentos com inoculantes biológicos, observa-se valores diferentes no comprimento das raízes. De acordo com Costa (2021), diversos fatores podem influenciar essa variação, como a alta população de rizóbios nativos presentes no solo, o que pode resultar em competição entre as bactérias na rizosfera. Nesses casos, em vez de ocorrer um efeito sinérgico, pode haver um efeito deletério sobre o desenvolvimento radicular. No entanto, tal efeito não foi

observado neste estudo, uma vez que os microrganismos utilizados demonstraram eficiência na colonização da rizosfera e na promoção do crescimento radicular.

Além disso, segundo Amorim (2023) a utilização de bioestimulantes contendo *Bradyrhizobium* pode favorecer variáveis agronômicas, principalmente pela tolerância desse microrganismo a variações de temperatura no solo.

De acordo com Maia *et al.* (2015), mesmo menores incrementos na massa das raízes podem influenciar significativamente a produtividade, sobretudo quando esse acréscimo envolve as regiões das extremidades radiculares e as raízes pilíferas, áreas cruciais para a absorção de água e nutrientes.

De modo geral, os resultados também indicam que a inoculação favoreceu o crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular. Esse comportamento pode estar relacionado a um equilíbrio hormonal favorecendo a ação de citocininas, hormônios associados ao desenvolvimento da parte aérea (Costa, 2021). A inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* pode estar relacionada a esse estímulo, uma vez que a espécie é conhecida por induzir maior produção de auxinas nos nódulos (Curá, Vivanco e Vivanco, 2024). *Rhizobium tropici* tem sido associado a uma resposta mais pronunciada nas raízes, possivelmente por estimular a produção endógena de auxinas ou por promover menor síntese de citocininas (Schossler *et al.*, 2016). Esses resultados refletem a interação específica entre a cultivar de feijoeiro utilizada e a estirpe bacteriana inoculada.

Os resultados para massa seca de plantas não diferiram significativamente ($p > 0,05$), embora tenham sido observadas variações numéricas. As médias do produto comercial 1 (*Rhizobium tropici*) e comercial 2 (*Bradyrhizobium japonicum*) foram 1,6 g, um aumento de 0,4 g em relação à testemunha.

A massa seca é o resultado final de acúmulo de biomassa na planta, dependendo de fatores como crescimento inicial, fotossíntese, eficiência de uso de nutrientes, clima, entre outros (Taiz *et al.*, 2021). Ou seja, possivelmente não houve tempo suficiente para os efeitos fisiológicos dos inoculantes resultarem em acúmulo significativo de massa seca.

Apesar da ausência de significância estatística, o aumento observado na massa seca com o uso de *Rhizobium tropici* e *Bradyrhizobium japonicum* pode indicar algum nível de interação simbiótica com o feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Contudo, é importante destacar que a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* tem sido tradicionalmente associada a espécies do gênero *Vigna*, como o feijão-caupi, com as quais apresenta maior compatibilidade (Amorim, 2023; Puozaa, Jaiswal e Dakora, 2019), o que poderia explicar a resposta discreta observada.

A bactéria *Bradyrhizobium japonicum* é reconhecida por sua alta eficiência na FBN, principalmente na cultura da soja (Curá, Vivanco e Vivanco, 2024). Sua capacidade robusta pode resultar em maior acúmulo de biomassa e crescimento vegetativo. Contudo, a interação simbiótica entre *Bradyrhizobium japonicum* e o feijão utilizado não se revelou eficiente para a variável massa seca (o que pode estar relacionado ao que foi relatado acima em função do tempo de observação), entretanto, melhorou o crescimento de parte aérea, possivelmente devido à compatibilidade entre a estirpe bacteriana e a cultivar. Miosso (2022) descreveu que a eficiência na fixação pode variar com base na estirpe e genótipo da planta.

Corroborando com Saccon e Quartucci (2022) também descreveram que a resposta do feijão à inoculação parece ser dependente da estirpe do inoculante utilizado. Os autores observaram que diferentes estirpes influenciaram estatisticamente na massa seca da parte aérea de feijão carioca, sendo que sementes inoculadas com *Rhizobium tropici* com a estirpe Semia 4088 (9 g planta⁻¹) foi maior que Semia 4080 (7 g planta⁻¹).

Filipini *et al.* (2021) em experimento de campo com feijoeiro, avaliaram a associação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*, isoladamente e em combinação. Os autores concluíram que a inoculação com *Rhizobium tropici* teve efeito aditivo, aumentando a biomassa, além do nitrogênio acumulado, massa de mil grãos e produtividade, porém, não observamos esse aumento de massa seca no nosso estudo.

Vale salientar que a produção de massa seca pelas plantas contribui para o incremento do sequestro de carbono no solo, uma vez que os resíduos culturais remanescentes podem ser incorporados à matéria orgânica do solo por meio da decomposição microbiana. Assim, quanto maior a produção de biomassa, maior o potencial de acúmulo de carbono no sistema solo-planta. Ainda, a formação de nódulos radiculares pode intensificar a atividade microbiana e promover a estabilização do carbono no solo. Nesse contexto, a inoculação do feijoeiro surge como uma prática de manejo sustentável, que não apenas melhora a produtividade e a fertilidade do solo, mas também contribui para a mitigação das mudanças climáticas através do sequestro de carbono (Bettiol, 2019).

Sendo uma cultura comumente cultivada por pequenos e médios produtores, a inoculação no feijoeiro pode representar uma estratégia promissora, contribuindo para a redução dos custos com adubação nitrogenada (Cunha *et al.*, 2024). De acordo com Saccon e Quartucci (2022), ainda há escassez de recomendações específicas quanto ao uso de inoculantes na cultura, sobretudo no que se refere à seleção de estirpes adaptadas à região e espécie cultivada, evidenciando a necessidade de mais estudos que possam preencher essa lacuna e subsidiar práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis.

Conclusões

Conclui-se que a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* proporcionou o maior crescimento da parte aérea das plantas de feijão comum, seguido pela inoculação com *Rhizobium tropici*. No entanto, para o comprimento das raízes e a massa seca, não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Referências

- AMORIM, M. R. **Bioprospecção de bactérias promotoras de crescimento de plantas em nódulos de feijão caupi das mesorregiões Pernambucanas**. 2023. 107 f. Tese (Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- BARBOSA, C. K. R.; REIS, J. N.; BRIGANTE, G. P.; FRANCO JUNIOR, K. S. Adubação nitrogenada, inoculação e coinoculação na cultura do feijoeiro-comum. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, n. s/n, p. 1-06, 2020.
- BETTIOL, J. V. T. **Produção sustentável do feijão comum: inoculação, coinoculação e adubação mineral em cultivares de ciclo precoce**. 2019. 51 f. Dissertação (Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- CAPRISTO, D. P.; TORRES, F. E.; CORRÊA, C. C. G.; SILVA, F. A.; ZANUNCIO, A. S.; MENDONÇA, G. G.; OLIVEIRA, A. D. M. Inoculante e bioestimulante no desempenho do feijão comum cultivado no ecótono Cerrado – Pantanal. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 1-16, 2020.
- CLIMATE. **Dados climáticos**. 2025. Acesso: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 27 abr. 2025.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, abril de 2025, p. 11.
- COSTA, D. B. **Opções de tratamento de sementes e inoculação do feijão de inverno associado ou não com adubação nitrogenada**. 2021. 75 f. Tese (Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira.
- CUNHA, N. M. B.; BRAVO, T. E. P.; SOUZA, A. L. C.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C. Crescimento de cultivares de feijão em função da inoculação de sementes com *Rhizobium* e em coinoculação com *Azospirillum*. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, v. 13, n. 6, p. 135-145, 2024.
- CURÁ, J. A.; VIVANCO, L.; VIVANCO, F. Efecto de la fertilización fosfatada y la inoculación con *Bradyrhizobium japonicum*, sólo o en combinación con otros promotores del crecimiento, sobre el contenido de proteínas en el grano y el rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. 1-17, 2024.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível

em: <<https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>>. Acesso em: 1 mai. 2025.

FAOSTAT. **Crops**. 2024. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 27 abr. 2025.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.

FILIPINI, L. D.; PILATTI, F. K.; MEYER, E.; VENTURA, B. S.; LOURENZI, C. R.; LOVATO, P. E. Application of *Azospirillum* on seeds and leaves, associated with *Rhizobium* inoculation, increases growth and yield of common bean. **Archives of Microbiology**, v. 203, n. 3, p. 1033-1038, 2021.

HARA, F. A. S.; LOPES, S. K. S.; SILVA, T. S. B.; VENDRUSCOLO, J.; MENDES, A. M. S.; INÁCIO, A. C. F.; SOUZA, L. C. C. Avaliação de isolados de rizóbios tolerantes a acidez *in vitro* na simbiose com feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) em Latossolo Amarelo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. 1-10, 2021.

MAIA, J. M.; MACÊDO, C. E. C.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, A. F.; LIRA, E. H. A.; MELO, A. S.; MENESES, C. H. S. G. Seca e salinidade na resposta antioxidativa de raízes de feijão caupi. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 11, n. 1, p. 59-93, 2015.

MIOSSO, V. **Desempenho de genótipos de feijão comum sob inoculação com *Rhizobium tropici* em manejo orgânico**. 2022. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, 2019. 210 p. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>>. Acesso em: 1 mai. 2025.

OLIVEIRA, F. G.; BOIAGO, N. P. Bioprodutos *On farm* no desenvolvimento inicial do feijoeiro. **Revista Cultivando o Saber**, v. especial, n. s/n, p.136-144, 2022.

PARAVAR, A.; PIRI, R.; BALOUCI, H.; MA, Y. Microbial seed coating: An attractive tool for sustainable agriculture. **Biotechnology Reports**, v. 37, n. s/n, p. 1-15, 2023.

PUOZAA, D. K.; JAISWAL, S. K.; DAKORA, F. D. Phylogeny and distribution of *Bradyrhizobium* symbionts nodulating cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and their association with the physicochemical properties of acidic African soils. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 42, n. 3, p. 403-414, 2019.

SACCON, S. S.; QUARTUCCI, F. Fixação biológica e produtividade de *Phaseolus vulgaris* em resposta à inoculação com duas estirpes de *Rhizobium tropici* em Tietê-SP. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 9, n. s/n, p. 1-13, 2022.

SCHOSSLER, J. H.; MEERT, L.; RIZZARDI, D. A.; MICHALOVICZ, L. Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e coinoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, p. 10-15, 2016.

SOUSA, W. N.; BRITO, N. F.; BARROS, I. B.; SOUSA, J. T. R.; SIA, E. F.; REIS, I. M. S. Resposta do feijão-caupi à inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, adubação nitrogenada e nitrogênio do solo. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 298-308, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A.; LAMBERS, H. **Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2021.

VIEIRA, M. O. C. S.; REIS, A. A.; FARIA, L. R.; RIBEIRO, K. D. Utilização de adubo fosfatado e inoculante à base de fungo micorrízico no cultivo do feijão. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 19, n. 1, p. 17-24, 2021.

VIÇOSI, K. A.; PELÁ, A. Doses de nitrogênio em cobertura e inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijão-vagem. **Revista Cultura Agronômica**, v. 29, n. 3, p. 326-336, 2020.