

Bioinoculantes e enraizadores na cultura do feijão vermelho

Rafaela Iara Mafessoni^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹

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

^{1*}rafa20100116@gmail.com

Resumo: A utilização de bioinoculantes e enraizadores configura uma estratégia promissora no contexto da agricultura sustentável. O objetivo geral deste experimento foi avaliar os efeitos da aplicação de biológicos no desenvolvimento do feijão vermelho cultivado em estufa. O experimento foi realizado na fazenda escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel - PR, onde foi conduzido nos períodos de março até agosto de 2025. O delineamento experimental utilizado foi o de distribuição de blocos casualizados (DBC) com os seguintes tratamentos: T1- Testemunha, T2 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos®, T3 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos® + Radices PRO®, T4 - Estimubras®, ambos com dosagem de 2,5 mL por kg de semente. As variáveis avaliadas foram: número de plantas por vaso, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, massa seca das plantas e índice de clorofila. Os bioinoculantes e enraizadores demonstraram um efeito diferencial no desenvolvimento do feijão. Todos os produtos foram eficazes na promoção do tamanho radicular em comparação com a testemunha, destacando-se o T4. Contudo, o T2 foi o mais eficiente nos componentes de produtividade, aumentando significativamente o número de vagens por planta, apesar de nenhum tratamento ter alterado o número de grãos por vagem ou o tamanho aéreo de forma consistente. Os bioinsumos atuam de forma distinta conforme sua composição, favorecendo a absorção de nutrientes e o crescimento radicular, contribuindo para um manejo mais sustentável da cultura. Assim, o uso de Bioma Rhyzo®, Bioma Phos®, Radices PRO® e Estimubras® mostram-se uma alternativa viável para melhorar o desenvolvimento e o desempenho produtivo do feijão vermelho.

Palavras-chave: *Phaseolus Vulgaris*; Insumos biológicos; Agricultura sustentável.

Bioinoculants and rooters in red bean cultivation

Abstract: The use of bioinoculants and root enhancers represents a promising strategy in the context of sustainable agriculture. The overall objective of this experiment was to evaluate the effects of applying biologicals on the development of red beans grown in a greenhouse. The experiment was conducted at the school farm of the Assis Gurgacz University Center, located in the municipality of Cascavel - PR, from March to August 2025. The experimental design used was a randomized complete block design (RCBD) with the following treatments: T1 - Control, T2 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos®, T3 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos® + Radices PRO®, T4 - Estimubras®, all with a dosage of 2.5 mL per kg of seed. The variables evaluated were: number of plants per pot, number of grains per pod, number of pods per plant, plant dry mass, and chlorophyll index. The bioinoculants and root enhancers demonstrated a differential effect on bean development. All products were effective in promoting root size compared to the control, with T4 standing out. However, T2 was the most efficient in terms of productivity components, significantly increasing the number of pods per plant, although no treatment consistently altered the number of grains per pod or shoot size. Bio-inputs act differently according to their composition, favoring nutrient absorption and root growth, contributing to more sustainable crop management. Thus, the use of Bioma Rhyzo®, Bioma Phos®, Radices PRO®, and Estimubras® proves to be a viable alternative to improve the development and productive performance of red beans.

Keywords: *Phaseolus Vulgaris*; Biological inputs; Sustainable agriculture.

Introdução

O cultivo de leguminosas tem grande importância agrícola devido à sua relevância nutricional e econômica. Dentro desse grupo, o feijão vermelho (*Phaseolus vulgaris*) destaca-se como uma cultura amplamente consumida e cultivada, sendo essencial para a alimentação de diversas populações. O uso de insumos biológicos na agricultura tem se mostrado uma alternativa sustentável para potencializar o crescimento e a sanidade das plantas, reduzindo a dependência de insumos químicos.

O feijão-vermelho, conhecido por sua coloração intensa e sabor levemente adocicado, é muito utilizado em forma convencional com sabores robustos. Essa variedade, que cresce sem limites definidos, exige um controle rigoroso e preventivo para combater doenças bacterianas e fúngicas (Syngenta, 2025).

O Brasil consome, em média 12,2 kg de feijão per capita ao ano, sendo o tipo vermelho, uma das variedades especiais (Embrapa, 2023). Em 2023, o país exportou cerca de 35 mil toneladas de feijões vermelhos, fortalecendo sua presença no mercado internacional (IBRAFE, 2024).

Os biofertilizantes podem ser definidos como substâncias ou microrganismos aplicados às plantas com a finalidade de otimizar a eficiência nutricional, aumentar a tolerância ao estresse abiótico e melhorar as características qualitativas das culturas, independentemente do teor de nutrientes presentes (Du Jardin, 2015). Segundo Yakhin *et al.* (2017), existem diferentes tipos de biofertilizantes, incluindo os produzidos industrialmente e aqueles derivados de resíduos animais, vegetais e agroindustriais, que podem ser aplicados diretamente no solo, via sistemas de irrigação ou pulverização sobre as plantas.

Além disso, Calvo, Nelson e Kloepper (2014) e Halpern *et al.* (2015) destacam a importância dos biofertilizantes líquidos no manejo agrícola, sejam eles fermentos microbianos simples ou enriquecidos. Segundo esses autores, esses produtos contribuem para aumentar a disponibilidade e a diversidade de nutrientes através da atividade biológica, promovendo maior eficiência no uso dos nutrientes, reduzindo a necessidade de fertilizantes sintéticos e estimulando o crescimento e desenvolvimento das plantas, além de auxiliarem na mitigação dos impactos causados por fatores de estresse.

O uso de biofertilizantes é uma forma eficaz de reaproveitamento de resíduos orgânicos, com destaque para os estercos e excretas, que são fontes essenciais de matéria-prima. Esses materiais, de baixo custo, são particularmente ricos em microrganismos que favorecem o

processo de interação, além de conterem uma composição rica em macro e micronutrientes (Chiconato *et al.*, 2013; Lacerda, 2014).

O emprego de bioestimulantes tem gerado resultados significativos no feijão (Perin *et al.*, 2016). Nesse contexto, é fundamental realizar mais pesquisas que explorem a utilização de bioestimulantes nas culturas, com o objetivo de contribuir ainda mais para o aumento da produtividade global.

Neste contexto, o objetivo geral deste experimento foi avaliar os efeitos da aplicação de biológicos no desenvolvimento do feijão vermelho cultivado em estufa.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na fazenda escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel-PR, onde foi conduzido entre março e agosto de 2025.

A região oeste do Paraná apresenta clima Cfa, subtropical úmido e quente, com verões intensos e precipitações bem distribuídas ao longo do ano, sendo influenciada por massas de ar tropicais e sua baixa altitude (Nitsche *et al.*, 2019). O solo predominante é o Latossolo Distrófico Vermelho, caracterizado por boa drenagem, profundidade e fertilidade (Embrapa, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC) com os seguintes tratamentos: T1 - Testemunha, T2 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos®, T3 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos® + Radices PRO®, T4 - Estimubras®, ambos com a dosagem de 2,5 mL por kg de semente, com cinco repetições cada.

Figura 1 – Produtos utilizados.



Fonte: Mafessoni, 2025.

Figura 2 – Avaliação das variáveis.



Fonte: Mafessoni, 2025.

A semeadura foi conduzida manualmente em vasos com capacidade de 8 litros, preenchidos com solo proveniente da fazenda experimental da universidade. Cada vaso recebeu cinco sementes de feijão vermelho, as quais passaram pelos tratamentos acima, e consecutivamente irrigadas e observadas durante a realização do projeto.

As variáveis avaliadas foram: tamanho aéreo e radicular das plantas, número de vagens por planta e número de grãos por vagem.

A avaliação do número de plantas por vaso foi avaliada aos 45 dias após a semeadura, computando-se o número de plantas presentes em cada vaso. Em seguida foi realizado o raleio, deixando apenas uma planta por vaso. O raleio foi realizado utilizando uma tesoura de poda e foi retirado apenas a parte aérea das plantas, as quais foram utilizadas para determinar ao tamanho da parte aérea, medindo-se com uma régua milimetrada do nível do solo até a extremidade superior das plantas, sendo os resultados expressos em centímetros.

Ao final do ciclo da cultura foi determinado o número de grãos por vagem e o número de vagem por planta, com a contagem manual dos mesmos.

Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Em seguida, a análise de variância (ANOVA) com o objetivo de verificar se havia diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para os parâmetros analisados (Prando *et al.*, 2019). As comparações entre médias foram realizadas por meio do teste de Tukey, adotandose um nível de significância de 5 %, com o auxílio do software SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

A partir dos resultados obtidos (Tabelas 1 e 2), foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos com bioinoculantes e enraizadores aplicados às sementes de feijão vermelho. De modo geral, os produtos biológicos promoveram melhorias no desenvolvimento das plantas, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular, demonstrando o potencial dessas tecnologias no cultivo da leguminosa.

A Tabela 1 resume o impacto de diferentes tratamentos com bioinoculantes e enraizadores no desenvolvimento do feijão, medido pelo Tamanho Aéreo (cm) e Tamanho Radicular (cm), onde no tamanho aéreo, o tratamento testemunha (T1), com 65,4 cm, e o T3 (Bioma Rhyzo® + Bioma Phos® + Radices PRO®), com 64,8 cm, não diferiram estatisticamente entre si, apresentando o maior tamanho aéreo.

Já os tratamentos T2 (48,8 cm) e T4 (56,0 cm) não diferiram, mas apresentaram um tamanho aéreo significativamente menor em comparação com T1 e T3. Segundo Yakhin *et al.*

(2017), os bioestimulantes agem regulando processos fisiológicos das plantas, podendo tanto acelerar o crescimento quanto estabilizá-lo, dependendo do equilíbrio entre os hormônios vegetais produzidos.

Tabela 1 – Resultados de tamanho aéreo e radicular (cm) obtidos em feijão submetido a bioinoculantes e enraizadores distintos. Cascavel / PR, 2025.

Tratamentos	Tamanho aéreo (cm)	Tamanho radicular (cm)
T1 - Testemunha	65,4 a	21,8 c
T2 - Bioma Rhyzo [®] + Bioma Phos [®]	48,8 b	30,0 ab
T3 - Bioma Rhyzo [®] + Bioma Phos [®] + Radices PRO [®]	64,8 a	29,6 b
T4 - Estimubras [®]	56,0 b	33,4 a
p-Valor	0,0001	0,0020
CV (%)	8,11	7,14
DMS	8,60	3,70

CV = Coeficiente de variação. DMS = Diferença mínima significativa. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Em relação ao crescimento da parte aérea, Pinheiro (2023) avaliou o efeito da inoculação com *Trichoderma harzianum* no feijão e encontrou que as plantas inoculadas tinham altura e desenvolvimento da biomassa aérea superiores ao controle sem inoculação. Esse aumento no desenvolvimento acima do solo pode estar associado à melhora na absorção de nutrientes e estímulos hormonais promovidos pelo fungo.

Já no tamanho radicular, o tratamento T4 (Estimubras[®]) apresentou o maior tamanho radicular com 33,4 cm, sendo estatisticamente superior a T1 e T3. O tratamento Testemunha (T1) obteve o menor tamanho radicular (21,8 cm), sendo estatisticamente inferior a todos os outros tratamentos. De acordo com Calvo, Nelson e Kloepper (2014) e Halpern *et al.* (2015), produtos à base de microrganismos promotores de crescimento atuam principalmente na formação e na expansão das raízes, favorecendo a absorção de água e nutrientes. Isso explica o maior desenvolvimento radicular observado no tratamento com Estimubras[®], que pode ter contribuído para um sistema mais eficiente de absorção e, consequentemente, melhor suporte fisiológico para a planta.

Os achados deste experimento, nos quais os bioinsumos favoreceram o crescimento vegetal, estão em concordância com os de Fortu *et al.* (2025), que observaram que uma formulação de inoculante microbiano em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) aumentou significativamente a nodulação radicular e a produtividade de grãos. Foram registradas correlações positivas entre número de nódulos eficazes e rendimento ($r = 0,77$).

Também foi demonstrado por Magalhães e Souza (2023) que o tratamento de sementes de feijão com bioestimulantes promoveu maior desenvolvimento radicular e melhora morfológica nas plântulas, o que pode explicar uma base de estabelecimento mais vigorosa que possibilite maior partição de biomassa para vagens posteriormente.

Tabela 2 – Resultados de vagens por planta e grãos por vagem (nº) obtidos em feijão submetido a bioinoculantes e enraizadores distintos. Cascavel / PR, 2025.

Tratamentos	Vagens por planta (nº)	Grãos por vagem (nº)
T1 - Testemunha	4,2 b	3,64
T2 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos®	6,8 a	3,66
T3 - Bioma Rhyzo® + Bioma Phos® + Radices PRO®	5,4 ab	3,88
T4 - Estimubras®	5,0 b	3,98
p-Valor	0,0011 0,5795 CV (%)	15,36 11,98
DMS		1,49 0,82

CV = Coeficiente de variação. DMS = Diferença mínima significativa. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

O tratamento T2 (Bioma Rhyzo® + Bioma Phos®) expressou o maior número de vagens por planta (6,8), sendo estatisticamente superior aos tratamentos T1 (Testemunha) e o T4 (Estimubras®) que apresentaram 4,2 e 5,0, respectivamente, sendo estatisticamente inferiores ao T2.

De forma semelhante ao comportamento observado neste estudo no que se refere ao número de vagens por planta, Schossler *et al.* (2016) verificaram que a co-inoculação com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasiliense* aumentou significativamente o número de vagens por planta em feijoeiro. Isso demonstra que a interação entre bioinsumos fixadores de nitrogênio pode modular características produtivas da cultura, corroborando os resultados obtidos no presente experimento.

Os resultados (Tabela 2) mostram que nenhum dos bioinoculantes ou enraizadores testados influenciou significativamente o número de grãos por vagem (p -Valor $> 0,05$). Os valores variaram de 3,64 (T1) a 3,98 (T4), mas essa variação é considerada aleatória e não é atribuída ao efeito dos produtos. O fator que determina essa variável, como o potencial genético da cultivar, não foi alterado pelos tratamentos. Essa estabilidade demonstra que, embora os bioinsumos tenham influenciado o crescimento vegetativo e radicular, o potencial reprodutivo da cultura manteve-se constante.

Resultados semelhantes foram descritos por Perin *et al.* (2016) em feijão carioca tratado com promotores de crescimento, nos quais as respostas reprodutivas também dependeram fortemente das condições ambientais e do manejo nutricional.

Os coeficientes de variação observados (7,14 a 15,36 %) indicam boa precisão experimental e reforçam a confiabilidade dos resultados obtidos, conforme o padrão descrito por Du Jardin (2015) em experimentos conduzidos sob condições controladas.

De forma geral, os bioinoculantes utilizados mostraram-se eficientes em promover o crescimento equilibrado das plantas e favorecer o desenvolvimento do sistema radicular. Além de proporcionar ganhos em vigor e estrutura, esses produtos representam uma alternativa sustentável ao uso de fertilizantes e defensivos químicos, contribuindo para práticas agrícolas mais limpas e com menor impacto ambiental. Resultados semelhantes foram relatados por Perin *et al.* (2016) e Chiconato *et al.* (2013), que destacam o papel positivo dos bioinsumos no aumento da produtividade e na melhoria da qualidade das plantas cultivadas.

Os bioinoculantes e enraizadores demonstraram um efeito diferencial no desenvolvimento do feijão. Todos os produtos foram eficazes na promoção do tamanho radicular em comparação com a testemunha, destacando-se o T4. Contudo, o T2 foi o mais eficiente nos componentes de produtividade, aumentando significativamente o número de vagens por planta, apesar de nenhum tratamento ter alterado o número de grãos por vagem ou o tamanho aéreo de forma consistente.

Conclusão

Os bioinsumos atuam de forma distinta conforme sua composição, favorecendo a absorção de nutrientes e o crescimento radicular, contribuindo para um manejo mais sustentável da cultura. Assim, o uso de Bioma Rhyzo®, Bioma Phos®, Radices PRO® e Estimubras® mostram-se uma alternativa viável para melhorar o desenvolvimento e o desempenho produtivo do feijão vermelho.

Referências

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v. 383, n. 1-2, p. 3-41, 2014.

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, S. I. M.; FRANCO, C. F.; CARAMELO, A. N. Resposta simalface uma aplicação de biofertilizante solução dois níveis de irrigação. **Biociências Diário**, v. 29, n. 2, p. 392-399, 2013.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 196, p. 3-14, 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

EMBRAPA. **Consumo per capita de feijão no Brasil**. Portal Embrapa, 6 nov. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/consumo>. Acesso em: 15/05/2025.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: um sistema de análise de variância para dados balanceados. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36–41, 2019.

FORTU, S. T.; TENING, A. S.; NDZESHALA, S. T.; NGOSONG, C. Exploring the potential of microbial inoculant to enhance common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield via increased root nodulation and soil macro-nutrients. **Plos One**, v. 20, n. 2, p. 1-15, 2025.

HALPERN, M.; BAR-TAL, A.; OFEK, M.; MINZ, D.; MULLER, T.; YERMIYAHU, U. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**. v. 129, p. 141-174, 2015.

IBRAFE. **Brasil bate recorde de exportação de feijão**. Sopesp, 11 out. 2024. Disponível em: <https://www.ibrafe.org/boletim/brasil-bate-novo-recorde-em-exportacao-de-excedentes-defeijao>. Acesso em: 15/05/2025.

LACERDA, Y. E. R. **Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos**. 2014. 62 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

MAGALHÃES, P. H. R.; SOUZA, D. S. Efeito do tratamento de sementes com bioestimulantes na cultura do feijoeiro. **Anais do COMEIA**, v. 14, 2023.

NITSCHE, P. R.; PAULO HENRIQUE CARAMORI, P. H.; RICCE, W. DA S.; LARISSA FERNANDES DIAS PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná** [recurso eletrônico] Londrina (PR): Instituto Agronômico do Paraná, 2019. 210 p.

PERIN, A.; GONÇALVES, E. L.; FERREIRA, A. C.; SALIB, G.; RIBEIRO, J. M.; ANDRADE, E.; SALIB, N. Uso de promotores de crescimento no tratamento de sementes de feijão carioca. **Revista Global Science and Technology**, v. 9, n. 3, p. 98-105, 2016.

PINHEIRO, R. dos S. **Efeito da inoculação com *Trichoderma harzianum* e tratamento antifúngico sobre o crescimento do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso — Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista.

PRANDO, A. M.; SOUZA, T. M.; JUNIOR, A. O.; ZUCARELI, C. Efeitos da inoculação de sementes de trigo com *Azospirillum brasiliense* e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho produtivo e índices de vegetação e clorofila. **Revista Cultura Agronômica**, v. 28, n. 3, p. 329-342, 2019.

SCHOSSLER, J. H.; MEERT, L.; RIZZARDI, D. A.; MICHALOVICZ, L. Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e co-inoculação com

estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 10-15, 2016.

SYNGENTA. **Feijão: por que o manejo preventivo de doenças é importante?** 2025. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/%20feijao-por-que-o-manejopreventivo-de-doencas-e-importante>. Acesso em: 15/05/2025.

YAKHIN, O.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROWN, P. Biostimulants in plant science: a global perspective. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 2049, p. 1-32, 2017.