



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-PRETO DE PLANTAS INOCULADAS COM BACTÉRIAS MULTIFUNCIONAIS ISOLADAS DE NÓDULOS DE *Acacia mearnsii*

Helloize de Lima Lopes¹ e Thiago Alberto Ortiz²

Universidade Paranaense – UNIPAR, Campus I - Sede. Praça Mascarenhas de Moraes, 4282, Zona III - Umuarama, PR. E-mail: helloize.lopes@edu.unipar.br¹; thiago.ortiz@prof.unipar.br²

RESUMO: A cultura do feijão-preto é estratégica para a segurança alimentar, e a utilização de microrganismos multifuncionais tem sido apontada como alternativa para melhorar a eficiência produtiva e a sustentabilidade agrícola. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-preto (*Phaseolus vulgaris* L., cv. IPR Tapicuru) oriundas de plantas inoculadas com diferentes bactérias multifuncionais isoladas de nódulos de *Acacia mearnsii*. O experimento foi conduzido na Universidade Paranaense (UNIPAR), utilizando cinco tratamentos: T1 – controle (sem inoculação); T2 – A9; T3 – A31; T4 – A29; T5 – A14, aplicados na dose de 10^9 UFC mL⁻¹. O delineamento experimental em campo foi de blocos casualizados, com quatro blocos; as análises laboratoriais seguiram delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram realizados testes de germinação, frio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, tetrazólio, comprimento de plântulas e emergência em areia. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar 5.6. A inoculação influenciou de forma distinta a qualidade fisiológica das sementes. O tratamento T5 apresentou o pior desempenho, enquanto a maioria das variáveis não diferiu significativamente entre controle e demais tratamentos. Todos os tratamentos com bactérias multifuncionais aumentaram o rendimento quântico efetivo do fotossistema II, indicando maior eficiência fotossintética. Esses resultados reforçam o potencial dos bioinsumos microbianos para aprimorar o desempenho fisiológico das plantas, evidenciando seu papel promissor na agricultura sustentável e justificando novas investigações em diferentes condições de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*; germinação; vigor; emergência; bactérias promotoras de crescimento.

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF BLACK BEAN SEEDS FROM PLANTS INOCULATED WITH MULTIFUNCTIONAL BACTERIA ISOLATED FROM NODULES OF *Acacia mearnsii*

ABSTRACT: Black bean is a strategic crop for food security, and the use of multifunctional microorganisms has been highlighted as an alternative to improve production efficiency and agricultural sustainability. This study aimed to evaluate the physiological quality of black bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L., cv. IPR Tapicuru) obtained from plants inoculated with different multifunctional bacteria isolated from nodules of *Acacia mearnsii*. The experiment was conducted at Universidade Paranaense (UNIPAR) using five treatments: T1 – control (without inoculation); T2 – A9; T3 – A31; T4 – A29; and T5 – A14, applied at a concentration of 10^9 CFU mL⁻¹. The field experiment followed a randomized complete block design with four blocks, while laboratory analyses were performed under a completely randomized design with four replicates. Germination, cold, accelerated aging, electrical conductivity, tetrazolium, seedling length, and sand emergence tests were conducted. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



means were compared using the Scott–Knott test at the 5% probability level, using Sisvar 5.6 software. Inoculation had differential effects on seed physiological quality. Treatment T5 showed the poorest performance, whereas most variables did not differ significantly between the control and the other treatments. All treatments with multifunctional bacteria increased the effective quantum yield of photosystem II, indicating greater photosynthetic efficiency. These results highlight the potential of microbial bioinputs to enhance plant physiological performance, reinforcing their promising role in sustainable agriculture and supporting further investigations under different cultivation conditions.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*; germination; vigor; emergence; plant growth-promoting bacteria.

INTRODUÇÃO

O feijão-preto (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura tradicional de grãos amplamente consumida pelos seres humanos, desempenhando papel fundamental na segurança alimentar e na geração de renda de agricultores no Brasil. Além de seu valor econômico e social, trata-se de uma leguminosa com elevado potencial agrônômico, rica em nutrientes e compostos bioativos que apresentam efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios relevantes para a saúde (Mantovani et al., 2024; Priyadarshin et al., 2026).

O estado do Paraná destaca-se como um dos maiores produtores de feijão do país. Entretanto, observa-se redução da área destinada ao seu cultivo, alterando a dinâmica produtiva e gerando impactos sociais e econômicos relevantes (Mantovani et al., 2024). A produtividade dessa cultura é determinada por múltiplos fatores inter-relacionados, como a escolha de cultivares, as práticas de manejo e as condições ambientais (Miranda et al., 2025).

Nesse contexto, a produção orgânica surge como uma alternativa estratégica para a agricultura familiar, unindo a necessidade de sustentabilidade à valorização econômica do produto. Segundo Coêlho (2023), a produção orgânica requer assistência técnica qualificada, não apenas para garantir o manejo adequado, mas também para atender às exigências legais desse sistema produtivo. Essa abordagem reforça a importância do uso de práticas agrícolas que preservem a saúde do solo e promovam produtividade com menor impacto ambiental.

Entre as alternativas de manejo sustentável, destaca-se o uso de microrganismos fixadores de nitrogênio e consórcios microbianos multifuncionais. Essas tecnologias podem reduzir ou substituir a adubação nitrogenada, diminuindo custos e agregando valor ao cultivo, além de promoverem um manejo mais compatível com sistemas orgânicos. A inoculação com consórcios microbianos multifuncionais tem demonstrado benefícios potenciais tanto para o crescimento das



plantas quanto para a formação do rendimento dos cultivos, sendo uma abordagem promissora para incrementar a sustentabilidade agrícola (Rocha et al., 2021; Rossetim et al., 2025).

Para garantir o sucesso produtivo, é imprescindível considerar a qualidade das sementes, que constitui a base econômica dos sistemas agrícolas. As sementes possuem atributos de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária que asseguram elevado desempenho agrônomo, diferindo dos grãos, que podem germinar mas não garantem uniformidade ou vigor adequados para uma lavoura tecnicamente bem instalada (Krzyzanowski et al., 2018). Nesse sentido, avaliar a qualidade fisiológica das sementes — com ênfase em parâmetros como germinação e vigor — é essencial para classificar lotes e fornecer informações confiáveis e rápidas sobre seu potencial produtivo (Rocha et al., 2018; Leite et al., 2019).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-preto oriundas de plantas inoculadas com bactérias multifuncionais, considerando os potenciais benefícios dessa estratégia para práticas de manejo mais sustentáveis, inclusive em sistemas orgânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Paranaense (UNIPAR), campus de Umuarama (PR), durante a safra de Outono/Inverno de 2025, utilizando a cultura do feijão-preto (*Phaseolus vulgaris* L., cultivar IPR Tapicuru). Foram avaliados cinco tratamentos de inoculação com bactérias multifuncionais isoladas de nódulos de *Acacia mearnsii*, atualmente em processo de sequenciamento genômico, codificados como: T1 – controle (sem inoculação); T2 – A9; T3 – A31; T4 – A29; e T5 – A14, aplicados na dose de 10^9 UFC mL⁻¹.

O delineamento experimental em campo foi conduzido em blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela experimental teve área de 6×3 m, com espaçamento de 10 cm entre plantas e 45 cm entre linhas. No pré-plantio, foi realizada a aplicação de 2 kg ha⁻¹ de glifosato. O manejo de irrigação consistiu em lâminas de 5 mm dia⁻¹ do estabelecimento da cultura até o estágio V4 e de 10 mm dia⁻¹ do florescimento até o final do enchimento das sementes.

A adubação foi realizada conforme as recomendações da SBCS (2017), aplicando-se 100 kg ha⁻¹ de K₂O e 120 kg ha⁻¹ de ureia, ambos em cobertura. Quanto ao manejo fitossanitário, efetuaram-se três aplicações de Fitonim, na dose de 150 mL ha⁻¹, ao longo do ciclo da cultura. A colheita foi realizada manualmente, 93 dias após a semeadura.

Para as análises laboratoriais, adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com



quatro repetições oriundas de cada bloco. Foram conduzidos diversos testes para avaliar a qualidade fisiológica das sementes. O **teste de germinação** utilizou 50 sementes por repetição, distribuídas em três folhas de papel *Germitest* umedecidas com água deionizada na proporção de duas vezes e meia a massa seca do substrato. Os rolos foram mantidos em germinador a 25 °C, com avaliações realizadas no quinto e no nono dia, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2025). Foram analisadas a primeira contagem de germinação (PCG) e a germinação final (GF), expressas em porcentagem.

No **teste de frio**, utilizou-se 50 sementes por repetição, acondicionadas em rolos de papel *Germitest* umedecidos com água deionizada na proporção de duas vezes e meia a massa seca. Os rolos foram inseridos em sacos plásticos transparentes vedados e mantidos em germinador a 10 °C por três dias (Miguel e Cícero, 1999). Após esse período, foram transferidos para germinador a 25 °C e realizada a contagem de plântulas normais após quatro dias, sendo os resultados expressos em vigor pelo teste de frio (%).

O **teste de envelhecimento acelerado** foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, dispostas em camada única sobre tela metálica, fixada no interior de caixas de poliestireno cristal (11,0 × 11,0 × 3,5 cm), com a adição de 40 mL de água deionizada no fundo. As amostras permaneceram em germinadores a 41 °C por 72 horas, conforme protocolo descrito por Marcos Filho (1994). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas às mesmas condições estabelecidas para o teste de germinação. As avaliações foram realizadas quatro dias após a semeadura, sendo os resultados expressos como percentual de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado (%).

No **teste de condutividade elétrica**, quatro repetições de 50 sementes foram imersas em 75 mL de água destilada e mantidas em germinador a 25 °C por 24 horas. Após esse período, a condutividade elétrica foi medida com condutivímetro Kasvi[®], modelo K53-001, sendo expressa em $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Vieira, 1994).

O **teste de tetrazólio** foi realizado com quatro repetições de 25 sementes pré-condicionadas em folhas de papel *Germitest* umedecidas com água deionizada, na proporção de duas vezes e meia a massa seca, por 18 horas a 25 °C. Em seguida, as sementes foram imersas em solução de tetrazólio a 0,075% por 2 horas a 40 °C (Brasil, 2025). Após o tratamento, as sementes foram seccionadas longitudinalmente ao longo do eixo embrionário e classificadas em sete classes de vigor: 1 – muito alto vigor; 2 – alto vigor; 3 – médio vigor; 4 – baixo vigor; 5 – muito baixo vigor; 6 – inviável; e 7 – semente morta (Tejo et al., 2021).



O teste de comprimento de plântulas utilizou 20 sementes por repetição, distribuídas no terço superior de rolos de papel *Germitest* umedecidos na proporção de duas vezes e meia a massa seca, mantidos em germinador a 25 °C. Após nove dias, 10 plântulas normais por repetição foram selecionadas aleatoriamente para mensurar o comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR), conforme metodologia adaptada de Krzyzanowski et al. (2020). Após a mensuração, as partes aéreas e as raízes foram separadas, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada a 70 °C até atingir peso constante. Em seguida, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. Os resultados foram expressos em comprimento (cm plântula⁻¹) e em massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), em g plântula⁻¹.

No teste de emergência em areia, quatro subamostras de 50 sementes por tratamento foram semeadas em bandejas plásticas preenchidas com areia umedecida à capacidade de campo com água deionizada. Sulcos longitudinais de 3 cm de profundidade e espaçamento de 4 cm foram abertos com espátula metálica. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento a 25 °C, com irrigação conforme necessidade. A emergência foi avaliada diariamente por 22 dias até estabilização, determinando-se a porcentagem de emergência em areia (EMG), o índice de velocidade de emergência (IVE) conforme Maguire (1962) e o tempo médio de emergência (TME) segundo Lima et al. (2006). Plântulas com coleótilo visível ≥ 2 mm foram consideradas emergidas.

Além disso, características fisiológicas e bioquímicas foram avaliadas. Índices de balanço de nitrogênio, clorofilas, flavonoides e antocianinas foram determinados em folhas expandidas no terço médio da segunda folha mais externa de cada plântula, utilizando o equipamento DUALEX SCIENTIFIC+™ (Force-A, Paris, França). O rendimento quântico efetivo do fotossistema II (Y) e a taxa de transporte de elétrons (ETR) foram medidos com fluorômetro portátil OS-30p+ (Opti-Sciences, Hudson, TX, EUA).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para atender aos pressupostos estatísticos, os dados do teste de tetrazólio foram transformados pela fórmula $\sqrt{Y+0,5}$. As análises foram realizadas utilizando o software Sisvar versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da Tabela 1, observa-se que as variáveis “sementes inviáveis” pelo teste de tetrazólio, comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea e rendimento quântico efetivo



do fotossistema II apresentaram diferenças significativas na qualidade fisiológica de sementes de feijão-preto oriundas de plantas inoculadas com bactérias multifuncionais.

Tabela 1 – *p*-valor e coeficiente de variação (CV, %) das variáveis relacionadas à qualidade fisiológica de sementes de feijão-preto provenientes de plantas inoculadas com bactérias multifuncionais.

Variável	PCG	GF	VF	VEA	CE
<i>p</i> -valor	0,3134 ^{NS}	0,1853 ^{NS}	0,4488 ^{NS}	0,7787 ^{NS}	0,1473 ^{NS}
CV%	19,49	12,05	21,86	17,11	30,62
Variável	C1	C2	C3	C4	C5
<i>p</i> -valor	0,6253 ^{NS}	0,8344 ^{NS}	0,7561 ^{NS}	0,4551 ^{NS}	0,2690 ^{NS}
CV%	11,33	32,58	39,32	50,74	55,37
Variável	C6	C7	CPA	CR	MSPA
<i>p</i> -valor	0,0113*	0,3097 ^{NS}	0,0184*	0,2520 ^{NS}	0,0018*
CV%	56,46	48,32	14,92	50,36	18,25
Variável	MSR	EMG	IVE	TME	NBI
<i>p</i> -valor	0,2066 ^{NS}	0,0844 ^{NS}	0,5931 ^{NS}	0,7315 ^{NS}	0,2592 ^{NS}
CV%	23,87	8,61	17,03	11,59	16,80
Variável	CHL	ANTH	FLAV	Y	ETR
<i>p</i> -valor	0,2212 ^{NS}	0,2520 ^{NS}	0,1915 ^{NS}	0,0080*	0,4758 ^{NS}
CV%	7,00	6,02	17,77	15,67	29,16

PCG (%) = primeira contagem de germinação; GF (%) = germinação final; VF (%) = vigor pelo teste de frio; VEA (%) = vigor pelo teste de envelhecimento acelerado; CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) = condutividade elétrica; C1–C7 (%) = classes do teste de tetrazólio (C1 = muito alto vigor; C2 = alto vigor; C3 = médio vigor; C4 = baixo vigor; C5 = muito baixo vigor; C6 = inviável; C7 = semente morta); CPA, CR (cm plântula⁻¹) = comprimento da parte aérea e raiz; MSPA, MSR (g plântula⁻¹) = massa seca da parte aérea e raiz; EMG (%) = porcentagem de emergência em areia; IVE = índice de velocidade de emergência; TME (dias) = tempo médio de emergência; NBI = índice de balanço de nitrogênio; CHL = índice de clorofilas; FLAV = índice de flavonoides; ANTH = índice de antocianinas; Y = rendimento quântico efetivo do fotossistema II; ETR = taxa de transporte de elétrons.

Na Tabela 2 observa-se que o tratamento T5 aumentou a proporção de sementes inviáveis e reduziu tanto o comprimento quanto a massa seca da parte aérea, indicando efeito negativo sobre a qualidade fisiológica das sementes. Para essas mesmas variáveis, os demais tratamentos não diferiram da testemunha, exceto o T2, que apresentou diferença significativa no comprimento da parte aérea. Esses resultados confirmam a eficiência do teste de tetrazólio como método rápido e



eficaz para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, conforme destacado por Rodrigues et al. (2025).

Tabela 2 – Porcentagem de sementes inviáveis pelo teste de tetrazólio (C6), comprimento da parte aérea (cm plântula^{-1}), massa seca da parte aérea (g plântula^{-1}) e rendimento quântico efetivo do fotossistema II (Y) de sementes de feijão-preto provenientes de plantas inoculadas com bactérias multifuncionais.

Tratamento	C6	CPA	MSPA	Y
T1	1,41 B	5,00 A	0,0326 A	0,39 B
T2	0,71 B	4,22 B	0,0260 A	0,55 A
T3	0,71 B	5,30 A	0,0329 A	0,59 A
T4	0,71 B	4,87 A	0,0337 A	0,61 A
T5	2,35 A	3,56 B	0,0172 B	0,64 A

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. T1 – controle (sem inoculação); T2 – A9; T3 – A31; T4 – A29; T5 – A14.

Estudos anteriores indicam que a inoculação com microrganismos funcionais pode influenciar positivamente parâmetros de qualidade fisiológica. Oliveira et al. (2024), por exemplo, relataram melhorias na germinação e no vigor de sementes de milho inoculadas e coinoculadas com microrganismos funcionais. Nesse estudo, a coinoculação com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus* spp. (*B. subtilis* e *B. megaterium*) favoreceu a germinação e o alongamento radicular, enquanto a inoculação com *Trichoderma harzianum* estimulou o desenvolvimento da parte aérea.

Embora os microrganismos avaliados no presente trabalho ainda não estejam plenamente caracterizados, os resultados indicam que diferentes espécies podem exercer efeitos distintos sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão-preto, reforçando a importância de estudos complementares para o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis na agricultura.

Quanto ao parâmetro Y, que representa a fração da luz absorvida pela clorofila associada ao fotossistema II (PSII) efetivamente utilizada na fotossíntese, todos os tratamentos com bactérias multifuncionais apresentaram valores superiores ao controle (Tabela 2). Esse resultado indica alterações fisiológicas positivas decorrentes da interação planta–microrganismo.

As mudanças nos mecanismos fisiológicos decorrentes da associação com bactérias promotoras de crescimento vegetal são de grande interesse para a agricultura sustentável. Em sua revisão sobre os impactos desses inoculantes na fisiologia vegetal, Diniz et al. (2025) destacaram



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



que suas principais aplicações incluem a promoção do crescimento, aumento da produtividade e controle de estresses bióticos e abióticos. Os autores observaram que tais associações promovem regulação positiva da fotossíntese, modulam a expressão gênica de proteínas do aparelho fotossintético, influenciam a produção de pigmentos e antioxidantes, elevam a síntese hormonal e nutricional, aumentam o conteúdo de osmólitos, estimulam a produção de antimicrobianos e reduzem a peroxidação lipídica. Esses achados reforçam o papel multifuncional das bactérias na melhoria da fisiologia vegetal e no desenvolvimento de tecnologias agrícolas mais sustentáveis.

Os resultados ressaltam o potencial promissor desses microrganismos, evidenciando a necessidade de investigações complementares. Recomenda-se a avaliação de parâmetros fisiológicos e bioquímicos em diferentes fases fenológicas das culturas, bem como a ampliação dos estudos para condições de campo e outros ambientes, a fim de validar e expandir seu uso sustentável na agricultura.

CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica das sementes de feijão-preto apresentou respostas diferenciadas à inoculação das plantas com bactérias multifuncionais. O tratamento T5 destacou-se como o menos favorável, enquanto a maioria das variáveis não apresentou diferenças significativas entre a testemunha e os demais tratamentos. Contudo, todos os tratamentos com bactérias multifuncionais promoveram aumento do rendimento quântico efetivo do PSII em relação ao controle, indicando maior eficiência fotossintética. Esses resultados reforçam o potencial dos bioinsumos à base de microrganismos multifuncionais para otimizar o desempenho fisiológico das plantas, evidenciando seu papel promissor na agricultura sustentável e justificando a realização de estudos adicionais em diferentes condições de cultivo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/SDA, 2025. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/Sementes/RAS_2025/RAS_2024. Acesso em: 31 ago. 2025.

COÊLHO, J. D. FEIJÃO: v. 8 n. 312 (2023). **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 8, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/3040>. Acesso em: 30 set. 2025.



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



DINIZ, F. V.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E.; COSTA, F. H. S.; CARVALHO, C. M. Efeitos na fisiologia vegetal em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 85, e287279, 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Embrapa Soja. Circular técnica, 136, 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; MARCOS FILHO, J.; FRANÇA-NETO, J. de B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2020. 601 p.

LEITE, M.; LEITE, T.; TORRES, S.; LEAL, C. C.; FREITAS, R. Classification of West Indian gherkin seeds vigor by respiratory activity. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 2, p. 307-311, 2019.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MANTOVANI, G. G.; PLASSA, W.; TELLES, T. S. Spatial and economic dynamics of bean crops in an important production hub in Brazil. **Outlook on Agriculture**, v. 53, n. 2, p. 189-202, 2024.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-150.

MIGUEL, M. H.; CICERO, S. M. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de feijão. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1233-1243, 1999. Suplemento.

MIRANDA, G. V.; SCHER, I. M.; KROHN, N. G.; BORGES, V. A. B.; ROCHA, D. M. Correlations between productivity components in common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 7, e10668, 2025.

OLIVEIRA, A. O. de; COSTA, A. C. P. R. da; ZUCARELI, V. Inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* em sementes de milho. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 105-126, 2024.

PRIYADARSHINI, D. R.; BEATRICE, A. D.; HAOKIP, T. Antioxidant and anti-inflammatory activities of the Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.): a systematic review. **Foods and Raw Materials**, v. 14, n. 1, p. 123-137, 2026.

ROCHA, C. da S.; CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F.; KAVAN, H. K.; CLAUDINO, T. M.; CAIXETA, D. G. Physiological quality of popcorn seeds assessed by the accelerated aging test. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 4, p. 428-434, 2018.



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

AGRONOMIA



ROCHA, M. J. C.; ONGARATO, G.; FERRARI NETO, J.; COSTA, F. A.; JADOSKI, C. J.; GUILHERME, D. de O. Componentes da produção do feijão-preto cultivado em solo arenoso em função da inoculação das suas sementes com *Azospirillum brasiliense*. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 95385-95396, 2021.

RODRIGUES, M. H. B. S.; ALVES, E. U.; BARBOSA, L. da S.; SILVA, J. N. da; BEZERRA, A. C.; PÁDUA, G. V. G. de. Adaptation of the tetrazolium test for assessing the seed quality of *Crateva tapia* L. **Journal of Seed Science**, v. 47, e202547019, 2025.

ROSSETIM, M. F. T.; MOTTA, A. C. V.; KONDO, Y. R.; RUTHES, B. E. S.; HUNGRIA, M.; SALLES, J. F.; KASCHUK, G. Enhancing soybean yield through inoculation of multifunctional microbial consortia. **International Journal of Agronomy**, 9491715, 2025.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual do Paraná. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482 p.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. dos S.; ÁVILA, M. R. Metodologias para determinar qualidade fisiológica em sementes de feijão enfatizando o teste de tetrazólio. **Revista Científica Rural**, v. 23, n. 1, 2021.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.