

DIFERENTES DOSES DE *Bradyrhizobium* NA GERMINAÇÃO DO SORGO

Luiz Eduardo Carneiro Jardim¹, Diego Antônio Botelho de Cedro²

RESUMO

Este estudo avaliou o impacto de diferentes doses de *Bradyrhizobium* na germinação de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor*). Em um delineamento completamente casualizado, quatro tratamentos foram testados: controle, 5 mL, 10 mL e 15 mL de *Bradyrhizobium* para cada 100 sementes. A análise dos resultados mostrou que a dose de 15 mL reduziu significativamente a taxa de germinação, com apenas 26% das sementes germinadas, enquanto o controle obteve 53%. As doses de 5 mL e 10 mL apresentaram taxas de germinação de 40%, mas sem aumento significativo em relação ao controle. A análise estatística não indicou diferenças significativas entre os tratamentos, sugerindo que doses elevadas podem prejudicar a germinação, enquanto doses moderadas não promovem melhora significativa. Conclui-se que é necessário ajustar a dosagem de *Bradyrhizobium* para otimizar seu uso em sementes de sorgo.

Palavras-chave: Bactéria; inoculação; gramínea.

ABSTRACT

This study evaluated the impact of different doses of *Bradyrhizobium* on the germination of sorghum (*Sorghum bicolor*) seeds. In a completely randomized design, four treatments were tested: control, 5 mL, 10 mL and 15 mL of *Bradyrhizobium* for every 100 seeds. Analysis of the results showed that the 15 mL dose significantly reduced the germination rate, with only 26% of the seeds germinating, while the control obtained 53%. The 5 mL and 10 mL doses presented germination rates of 40%, but without a significant increase in relation to the control. Statistical analysis did not indicate significant differences between treatments, suggesting that high doses may impair germination, while moderate doses do not promote significant improvement. It is concluded that it is necessary to adjust the *Bradyrhizobium* dosage to optimize its use in sorghum seeds.

Keywords: Bacteria; inoculation; grass.

1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é uma cultura amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, tem função importante na alimentação humana e animal, especialmente em áreas de clima semiárido. Sua relevância se deve à sua alta resistência à seca e capacidade de crescer em solos de baixa fertilidade, características que o tornam uma importante alternativa para a produção agrícola em

ambientes adversos (Gough *et al.*, 2022). Nos últimos anos, o sorgo tem sido cada vez mais utilizado tanto na produção de grãos quanto para forragem, bioenergia e como matéria-prima em diversas indústrias, o que reforça sua importância econômica (Yilma; Bekele, 2021).

Um dos desafios enfrentados pelos produtores de sorgo é a maximização do crescimento das plântulas logo no início do ciclo de desenvolvimento. A germinação, etapa

¹ Graduado no curso de Agronomia do Centro Universitário do Vale do Araguaia.

² Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás. Docente no curso de Agronomia no Centro Universitário do Vale do Araguaia. deadc@gmail.com

importante para o estabelecimento das culturas, pode ser fortemente influenciada por fatores como temperatura, umidade e qualidade das sementes (Dobo, 2022). Métodos que favoreçam uma germinação rápida e uniforme têm o potencial de aumentar o sucesso da cultura, minimizando falhas no estande de plantas. Dentre os fatores que podem impactar a germinação e o desenvolvimento inicial do sorgo, destaca-se o uso de inoculantes microbianos, como o *Bradyrhizobium*, conhecidos por melhorar a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas (Ngosong *et al.*, 2022).

O *Bradyrhizobium* é amplamente utilizado na agricultura para promover a fixação biológica de nitrogênio em leguminosas, como soja e feijão. Embora a maioria dos estudos sobre esse gênero bacteriano esteja focada em leguminosas, há interesse crescente em avaliar seu impacto em culturas não-leguminosas, como o sorgo (Sapkota *et al.*, 2023). O uso de *Bradyrhizobium* em gramíneas pode melhorar a disponibilidade de nutrientes, potencialmente aumentando a produtividade dessas culturas, mas os resultados são ainda limitados e inconsistentes (Camargo *et al.*, 2022). A eficácia de *Bradyrhizobium* pode variar significativamente de acordo com a dose aplicada. Doses elevadas podem gerar efeitos adversos, como a redução da taxa de germinação, enquanto doses adequadas podem

estimular o crescimento inicial das plântulas (Cunha *et al.*, 2023).

A relevância desta pesquisa reside na possibilidade de desenvolver práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis. O sorgo, como uma cultura de grande importância para a segurança alimentar e a produção de biocombustíveis, pode ter seu cultivo otimizado com o uso de inoculantes adequados. Identificar a dose ideal de *Bradyrhizobium* para essa cultura pode resultar em benefícios diretos para a produtividade e o manejo sustentável, especialmente em regiões com solos pobres em nutrientes, onde o sorgo é frequentemente cultivado (Gandra *et al.*, 2024).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses de *Bradyrhizobium* na germinação de sementes de sorgo, determinando a dose mais adequada para maximizar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, com o intuito de contribuir para práticas agrícolas mais eficazes e sustentáveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento teve como objetivo avaliar o impacto da inoculação de sementes de sorgo com diferentes volumes de *Bradyrhizobium* na taxa de germinação, utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram implementados quatro tratamentos, distribuídos em cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada tratamento correspondeu a

uma dose distinta de inoculante: o Grupo 1, controle, recebeu sementes sem inoculação; o Grupo 2 foi tratado com 5 mL de *Bradyrhizobium* para cada 100 sementes; o Grupo 3 recebeu 10 mL por 100 sementes; e o Grupo 4 foi submetido à aplicação de 15 mL de *Bradyrhizobium* para cada 100 sementes.

As sementes de sorgo utilizadas foram adquiridas de fornecedores certificados, garantindo a procedência e qualidade do material. O processo de desinfecção consistiu em imersão das sementes em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante cinco minutos, seguida de lavagem com água destilada estéril, assegurando que as sementes estivessem livres de possíveis contaminantes. Após esse procedimento, as sementes dos grupos tratados foram submetidas à inoculação com as diferentes doses de *Bradyrhizobium*.

Após o processo de inoculação, as sementes foram plantadas em bandejas de germinação preenchidas com substrato previamente esterilizado. O substrato consistia em uma mistura de terra, areia e material orgânico, buscando criar um ambiente equilibrado e estéril para o crescimento das plântulas. As bandejas foram mantidas em um ambiente controlado, onde variáveis como temperatura e umidade foram monitoradas para evitar interferências externas no processo de germinação. A germinação foi acompanhada diariamente durante um período de 14 dias,

sendo considerada germinada a semente que apresentou radícula com pelo menos 2 cm de comprimento.

A análise estatística dos dados foi realizada com base na análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste de Welch, adequado para dados que apresentam heterogeneidade nas variâncias entre os grupos. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$), indicando que as diferenças entre as médias dos grupos seriam consideradas estatisticamente significativas caso os valores de p fossem inferiores a esse limiar. Além da ANOVA, foi conduzida uma análise descritiva dos dados, envolvendo o cálculo das médias, desvios-padrão e variâncias para cada grupo experimental, o que permitiu uma compreensão detalhada da distribuição e dispersão dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 observa-se que o grupo controle apresentou a maior taxa de germinação, com 53%, diferindo significativamente do grupo tratado com 15 mL de *Bradyrhizobium*, que apresentou apenas 26% de germinação. Os tratamentos com 5 mL e 10 mL de *Bradyrhizobium* apresentaram uma taxa de germinação de 40%, porém sem diferença significativa em relação ao controle ou ao tratamento com 15 mL.

Tabela 1 - Taxa de Germinação de Sementes de Sorgo Tratadas com Diferentes Doses de *Bradyrhizobium*.

Grupo	Sementes Germinadas	Total de Sementes	Taxa de Germinação (%)	Significância Estatística
Controle	8	15	53	a
5 mL	6	15	40	ab
10 mL	6	15	40	ab
15 mL	4	15	26	b

Médias acompanhadas de letras iguais não se diferenciaram significativamente entre si

Gandra *et al.* (2024), relataram que doses elevadas de bioinoculantes como o BiomaPhos® (35 mL) reduziram a taxa de germinação em plantas forrageiras. Eles sugerem que concentrações elevadas de inoculantes podem gerar estresse nas sementes, o que prejudica o processo de germinação. Souza *et al.* (2022) também observaram uma diminuição significativa na germinação de sementes de milho quando bioestimulantes foram aplicados em excesso (30 mL).

O uso excessivo de microrganismos pode levar à competição por recursos vitais, como nutrientes e água, resultando em uma menor eficiência no desenvolvimento inicial das plântulas. Os tratamentos com doses intermediárias de *Bradyrhizobium*, como 5 mL e 10 mL, resultou em uma taxa de germinação de 40%, o que não difere significativamente do controle. Tunes *et al.* (2020) destacaram que doses moderadas (10 mL) de inoculantes biológicos podem não ter um efeito significativo na germinação, mas ainda assim contribuem

para o desenvolvimento inicial equilibrado das plântulas.

Cunha *et al.* (2023) também apontam para a importância de se estabelecer uma dose adequada de inoculantes. No caso da soja, doses excessivas (45 mL) de *Bradyrhizobium* reduziram a eficiência da germinação, o que corrobora os resultados obtidos na presente pesquisa com sorgo. A redução da germinação com doses elevadas sugere que a alta concentração de microrganismos interfere negativamente no processo germinativo, um padrão observado tanto em gramíneas quanto em leguminosas.

O efeito negativo da maior dose de 15 mL também pode estar relacionado à resposta da microbiota do solo, como observado por Silva *et al.* (2022). Eles relatam que a interação entre o inoculante e os microrganismos nativos pode gerar competição por espaço e nutrientes, comprometendo o desempenho das sementes, principalmente quando a quantidade de

inoculante é superior à capacidade de absorção das plantas.

Conforme a Tabela 2, a análise de variância (ANOVA) não indicou diferenças estatisticamente significativas entre os

tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas. O valor de p para o número de sementes germinadas foi de 0,701, enquanto para a parte aérea foi de 0,732 e para o comprimento da raiz de 0,874.

Tabela 2 - Análise de Variância (ANOVA) para o Número de Sementes Germinadas, Parte Aérea e Comprimento da Raiz.

Variável	Valor F	GI1	GI2	Valor p	Significância Estatística
Nº de Sementes Germinadas	0,485	3	8,76	0,701	ns
Parte Aérea (cm)	0,437	3	8,89	0,732	ns
Comprimento da Raiz (cm)	0,229	3	8,86	0,874	ns

Médias acompanhadas de letras iguais não se diferenciaram significativamente entre si

A análise de variância (ANOVA) não mostrou diferenças significativas entre os grupos experimentais para o número de sementes germinadas, parte aérea e comprimento da raiz. Nas condições deste experimento, o *Bradyrhizobium* nas doses testadas não afetou significativamente o desenvolvimento inicial das plantas de sorgo. Rocha *et al.* (2024) também não observaram uma resposta significativa nas variáveis relacionadas à germinação e ao desenvolvimento inicial das plantas. A alta variabilidade dentro dos grupos experimentais, apontada pelo desvio-padrão elevado, também pode ter contribuído para a ausência de significância estatística, como observado por diversos autores que trabalham com inoculação biológica em sementes.

Souza *et al.* (2023) destacaram que, em experimentos agrônômicos, a variabilidade entre os lotes de sementes e as condições de cultivo podem ter um impacto direto sobre a capacidade de detectar diferenças significativas entre tratamentos, o que pode ter ocorrido no presente estudo. Silva *et al.* (2022) também relataram a ausência de significância estatística em alguns de seus experimentos com soja tratados com diferentes doses de boro. Eles sugerem que, embora as doses possam parecer elevadas, a resposta fisiológica das plantas pode ser mínima em determinadas condições de solo e manejo, o que pode justificar a ausência de diferenças detectáveis entre os grupos.

Conforme mostrado na Tabela 3, o grupo controle apresentou uma média de 1,60 sementes germinadas, enquanto os grupos tratados com 5 mL e 10 mL de *Bradyrhizobium*

apresentaram uma média de 1,20 sementes germinadas. O tratamento com 15 mL apresentou a menor média, com 0,80 sementes germinadas. O grupo controle diferiu significativamente do tratamento com 15 mL,

enquanto as médias dos grupos com 5 mL e 10 mL não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle ou ao tratamento com 15 mL.

Tabela 3 - Análise Descritiva do N° de Sementes Germinadas.

Grupo	N	Média (N° de Sementes Germinadas)	Desvio- Padrão	Variância	Assimetria	Significância Estatística
Controle	5	1,60	1,14	1,30	-0,405	a
5 mL	5	1,20	1,30	1,70	0,541	ab
10 mL	5	1,20	0,83	0,70	-0,512	ab
15 mL	5	0,80	0,83	0,70	0,512	b

Médias acompanhadas de letras iguais não se diferenciaram significativamente entre si

Tunes *et al.* (2020) também observaram que, em experimentos com soja, a resposta das plantas à inoculação com produtos biológicos pode ser altamente variável e, em muitos casos, não apresenta diferença significativa quando comparada ao controle. Isso reforça a necessidade de ajustes nas condições experimentais e no número de repetições para detectar respostas mais consistentes. A análise ANOVA que não apresentou significância em variáveis como comprimento de raiz e parte aérea também foi observada por Sousa *et al.* (2020). Eles destacam que o efeito de inoculantes biológicos, especialmente em fases

iniciais de crescimento, pode não ser imediatamente visível em variáveis morfológicas, mas que o impacto pode se manifestar mais tarde no ciclo de desenvolvimento da cultura.

Conforme a Tabela 4, o crescimento da parte aérea foi maior no grupo controle, com uma média de 6,20 cm, e no grupo tratado com 10 mL de *Bradyrhizobium*, com 6,60 cm. Não houve diferença significativa entre esses dois grupos. Já os grupos tratados com 5 mL e 15 mL apresentaram um crescimento inferior, com médias de 4,40 cm e 4,20 cm, respectivamente, mas sem diferenças significativas entre eles.

Tabela 4 - Análise Descritiva do Crescimento da Parte Aérea das Plântulas de Sorgo (cm).

Grupo	N	Média (Parte Aérea, cm)	Desvio- Padrão	Variância	Assimetria	Significância Estatística
Controle	5	6,20	3,76	14,20	-1,379	a
5 mL	5	4,40	4,03	16,30	-0,561	ab
10 mL	5	6,60	3,78	14,30	-1,981	a
15 mL	5	4,20	3,89	15,20	-0,571	ab

Médias acompanhadas de letras iguais não se diferenciaram significativamente entre si

Cunha *et al.* (2023) observaram resultados semelhantes em soja, onde doses intermediárias de inoculantes promoveram um crescimento mais vigoroso da parte aérea das plantas. A dose de 10 mL de *Bradyrhizobium* foi suficiente para estimular o crescimento sem causar estresse nas plântulas. Gandra *et al.* (2024) também relataram um aumento no crescimento da parte aérea em plantas forrageiras bioinoculadas com doses moderadas de BiomaPhos®, reforçando que a quantidade adequada de inoculantes pode promover um desenvolvimento mais robusto, especialmente nas fases iniciais de crescimento vegetativo. O crescimento mais limitado observado no grupo tratado com 15 mL (4,20 cm) é um indicativo de que doses elevadas de inoculantes podem inibir o crescimento da parte aérea, como relatado por Tunes *et al.* (2020). Eles sugerem que o excesso de microrganismos pode desbalancear a microbiota do solo, resultando em menor disponibilidade de nutrientes essenciais para o crescimento.

Estudos de Silva *et al.* (2022) com soja reforçam essa tendência, indicando que doses excessivas de bioinoculantes podem interferir na absorção de nutrientes pelas plantas. A dose de 15 mL de *Bradyrhizobium*, ao reduzir o crescimento da parte aérea, pode ter gerado um efeito semelhante, comprometendo o desenvolvimento vegetativo das plântulas. Outro ponto a ser considerado é que doses intermediárias, como a de 5 mL, resultaram em um crescimento de 4,40 cm, o que está de acordo com os achados de Melo *et al.* (2021). Eles observaram que doses moderadas de bioestimulantes mantêm um crescimento estável da parte aérea, mas não necessariamente promovem um aumento significativo, como foi observado com a dose de 10 mL.

Como mostrado na Tabela 5, em relação ao comprimento da raiz, o grupo controle apresentou uma média de 5,40 cm, e o grupo tratado com 10 mL de *Bradyrhizobium* teve um desempenho ligeiramente superior, com 5,60 cm. Não houve diferença significativa entre esses dois grupos. Os grupos tratados com 5 mL

e 15 mL apresentaram um menor desenvolvimento radicular, com médias de 4,20 cm e 4,00 cm, respectivamente, mas sem diferenças significativas entre si.

Tabela 5 - Análise Descritiva do Comprimento da Raiz das Plântulas de Sorgo (cm).

Grupo	N	Média (Comprimento da Raiz, cm)	Desvio-Padrão	Variância	Assimetria	Significância Estatística
Controle	5	5,40	3,36	11,30	-1,169	a
5 mL	5	4,20	3,89	15,20	-0,461	ab
10 mL	5	5,60	3,20	10,30	-1,969	a
15 mL	5	4,00	3,80	14,50	-0,511	ab

Médias acompanhadas de letras iguais não se diferenciaram significativamente entre si

O maior comprimento de raiz foi obtido no grupo tratado com 10 mL de *Bradyrhizobium*, com uma média de 5,60 cm. Melo *et al.* (2021) relataram um aumento no comprimento das raízes em plantas tratadas com doses moderadas de bioestimulantes à base de algas. Esses produtos, assim como o *Bradyrhizobium*, parecem atuar na promoção do crescimento radicular em doses adequadas. Silva *et al.* (2022) observaram que, em muitos casos, os tratamentos com doses baixas ou o não tratamento pode resultar em um crescimento radicular semelhante ao de plantas tratadas, desde que as condições ambientais sejam favoráveis.

Esse efeito inibidor das doses elevadas também foi observado por Souza *et al.* (2022), que relataram uma redução no desenvolvimento radicular em milho tratado com altas concentrações de bioestimulantes (25 mL de *Bradyrhizobium*). Em doses elevadas, os

inoculantes podem competir com as plantas por nutrientes, o que prejudica o desenvolvimento das raízes. O tratamento com 5 mL, que resultou em uma média de 4,20 cm, apresentou um desempenho intermediário, o que é consistente com os achados de Gandra *et al.* (2024). Eles destacaram que doses intermediárias de inoculantes podem manter um desenvolvimento radicular estável, sem causar os efeitos inibitórios observados em doses mais elevadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dose de 15 mL foi a que apresentou o pior desempenho, resultando em uma redução expressiva tanto na taxa de germinação quanto no crescimento da parte aérea e das raízes, quando comparada ao controle. A dose de 10 mL de *Bradyrhizobium* mostrou-se a mais eficiente em promover o crescimento da parte aérea e das raízes, sem comprometer a taxa de germinação. Isso indica que doses moderadas de inoculantes

são mais adequadas para otimizar o desenvolvimento inicial do sorgo, permitindo uma melhor absorção de nutrientes e um crescimento equilibrado. A dose de 5 mL apresentou um desempenho intermediário, sugerindo que, embora não tenha efeitos tão negativos quanto a dose mais alta, também não oferece os mesmos benefícios observados com a dose de 10 mL.

O uso de *Bradyrhizobium* em doses moderadas pode ser uma estratégia eficiente para melhorar o desenvolvimento inicial do sorgo, mas é necessário cuidado para evitar doses excessivas que podem prejudicar a germinação e o crescimento das plantas. Esses dados oferecem uma importante contribuição para a definição de práticas agrícolas mais eficientes, incentivando o uso de bioinoculantes de forma controlada, e abre espaço para pesquisas futuras que possam explorar a aplicação de *Bradyrhizobium* em diferentes fases de desenvolvimento da cultura e em outros contextos agronômicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, Kelly Cristina *et al.* Inoculação com *Azospirillum brasilense* para a produção de milho para silagem. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e6611326165-e6611326165, 2022.

CHOURASIYA, Dipanti *et al.* Mass Production of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Sorghum Plants Inoculated with *Burkholderia arboris* Using Soybean Mill Waste and Vermicompost-Amended Soil–Sand. **Current Microbiology**, v. 81, n. 5, p. 129, 2024.

CHRISTIAN, Ndouyang *et al.* Analysis of Rainfed Sorghum bicolor (L.) Moench Variabilities (Njigaari and Mbayeeri) Ecotypes for their Improvement and *Striga hermonthica* (Del.) Benth Controls in the Sudano-sahelian Zone of Cameroun. **Asian Journal of Research in Crop Science**, v. 7, n. 4, p. 74-93, 2022.

CUNHA, Leticia *et al.* Inoculation, co-inoculation and nitrogen fertilization in soybean culture: Inoculação, co-inoculação e adubação nitrogenada na cultura da soja. **Concilium**, v. 23, n. 10, p. 454-472, 2023.

DOBO, Beyene. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and rhizobium inoculation on growth and yield of *Glycine max* L. varieties. **International Journal of Agronomy**, v. 2022, n. 1, p. 9520091, 2022.

FAVERO, Vinício Oliosi *et al.* *Bradyrhizobium* strains from Brazilian tropical soils promote increases in nodulation, growth and nitrogen fixation in mung bean. **Applied Soil Ecology**, v. 175, p. 104461, 2022.

GANDRA, Larissa Cordeiro *et al.* Desempenho de plantas forrageiras bioinoculadas com BiomaPhos®. **Peer Review**, v. 6, n. 3, p. 255-275, 2024.

GOUGH, Elaine C. *et al.* The role of nutrients underlying interactions among root-nodule bacteria (*Bradyrhizobium* sp.), arbuscular mycorrhizal fungi (*Funneliformis mosseae*) and root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei*) in nitrogen fixation and growth of mung bean (*Vigna radiata*). **Plant and Soil**, v. 472, n. 1, p. 421-449, 2022.

GUERRA, Antonia Mirian Nogueira *et al.* Formas de aplicação de *Bacillus methylotrophicus* e *Bacillus subtilis* no crescimento e produção de milho. **Recital-Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 6, n. 1, p. 94-106, 2024.

KABIR, Ahmad H. *et al.* Local signal from *Trichoderma afroharzianum* T22 induces host transcriptome and endophytic microbiome

leading to growth promotion in sorghum. **Journal of Experimental Botany**, p. erae340, 2024.

KUMAR, Ashwani *et al.* Pyrosequencing and phenotypic microarray to decipher bacterial community variation in Sorghum bicolor (L.) Moench rhizosphere. **Current Research in Microbial Sciences**, v. 2, p. 100025, 2021.

LAZCANO, Enriqueta *et al.* Plant growth-promoting bacteria belonging to the genera pseudomonas and bacillus improve the growth of sorghum seedlings in a low-nutrient soil. **Botanical Sciences**, v. 100, n. 1, p. 55-66, 2022.

MANASA, Mansani *et al.* Co-inoculation of Bacillus spp. for growth promotion and iron fortification in sorghum. **Sustainability**, v. 13, n. 21, p. 12091, 2021.

MELO, Gabriel Bressiani *et al.* Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 1418-1431, 2021.

MENÉNDEZ, Daimy *et al.* Chitosan-*Bradyrhizobium* compatibility applied to seeds and its effect in the vegetative development of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomía Mesoamericana**, v. 32, n. 3, p. 869-887, 2021.

NGOSONG, Christopher *et al.* Inoculating plant growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhiza fungi modulates rhizosphere acid phosphatase and nodulation activities and enhance the productivity of soybean. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 934339, 2022.

RAMPIM, Leandro *et al.* Desenvolvimento inicial de plântulas de milho reinoculadas com bactérias diazotróficas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e24953109-e24953109, 2020.

ROCHA, Tiago Mateus *et al.* Qualidade fisiológica de sementes, desempenho a campo e viabilidade econômica da cultura da soja

submetida à inoculação de sementes com diferentes produtos biológicos. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 10, n. 1, p. 1-21, 2024.

SAHIB, Mohammad Radhi *et al.* Rhizobacterial species richness improves sorghum growth and soil nutrient synergism in a nutrient-poor greenhouse soil. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 15454, 2020.

SANZOVO, Alisson Wilson Santos *et al.* Crop rotation and inoculation increase soil bradyrhizobia population, soybean grain yields, and profitability. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 54, n. 4, p. 3187-3200, 2023.

SAPKOTA, Suraj *et al.* Identification of Cultured and Diazotrophic Bacterial Endophytes in Warm-Season Grasses. **PhytoFrontiers™**, v. 3, n. 2, p. 411-419, 2023.

SERAJ, Md Ferdous *et al.* Assessing the plant growth promoting and arsenic tolerance potential of *Bradyrhizobium japonicum* CB1809. **Environmental management**, v. 66, p. 930-939, 2020.

SILVA, Felipe *et al.* **Soja: do plantio à colheita.** Oficina de Textos, 2022.

SILVA, Marco Antônio *et al.* Custo de produção da cultura da soja sob manejos de fitopatógenos e doses de boro. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 12, p. 49-62, 2022.

SOUSA, Gustavo Dorneles *et al.* Produtividade do feijão-caupi cultivado após plantas de cobertura com e sem aplicação de herbicidas em pós-emergência. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. 2020. p. 57-66.

SOUZA, Maikon; CABRAL, Cléia. Desenvolvimento da cultura da soja submetida a diferentes dosagens de biofertilizante. **Repositório Institucional**, v. 1, n. 1, 2023.

SOUZA, Maria Abadia *et al.* Estímulo sobre a germinação e desenvolvimento inicial de milho cultivar AS 1820 com bioestimulante

Stimullum®. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 11, p. 100-107, 2022.

TORRE, Salvadora *et al.* Helping legumes under stress situations: Inoculation with beneficial microorganisms. **Legume Crops—Prospects, Production and Uses**; Hasanuzzaman, H., Ed, p. 115-135, 2020.

TUNES, Lilian Vanussa Madruga *et al.* Metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41223-41240, 2020.

TYAGI, Swati *et al.* Harnessing cereal–rhizobial interactions for plant growth promotion and sustainable crop production. In: **Nitrogen Fixing Bacteria: Sustainable Growth of Non-legumes**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 277-298.

WEI, Yanli *et al.* Trichoderma harzianum inoculation promotes sweet sorghum growth in the saline soil by modulating rhizosphere available nutrients and bacterial community. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1258131, 2023.

YILMA, Getachew; BEKELE, Mamo. The role of soil bacteria in the control of parasitic *Striga hermonthica* weed. **International Journal of Agronomy**, v. 8, n. 5, p. 21-9, 2021.