

● REVISTA

INOVA Ciência & Tecnologia

● AGRONOMIA

INOCULAÇÃO COM *BACILLUS ARYABHATTAI* NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO

*Saulo Naves Araújo do Prado Mascarenhas*¹  *Bruno Rodrigues Costa Pinto*¹ 
*Júlio César Neves dos Santos*¹  *Igor Souza Pereira*¹ 

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro IFTM - Campus Uberlândia

RESUMO: O milho é um cereal de grande importância econômica em nível global, com o Brasil destacando-se como um dos principais produtores e exportadores. Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de *Bacillus aryabhattai* na cultura do milho sob diferentes níveis de estresse. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberlândia, utilizando um delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições e seis tratamentos (testemunha absoluta e cinco doses crescentes do produto comercial). Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos: comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD). O coeficiente de variação experimental foi baixo para as características analisadas, indicando boa precisão experimental. O déficit hídrico durante a fase produtiva teve um impacto negativo significativo nas características da cultura. Contudo, a inoculação com *Bacillus aryabhattai*, nas condições estudadas, não teve efeito significativo na mitigação dos impactos edafoclimáticos ou na promoção do crescimento das plantas.

* Autor correspondente:

saulomascarenhas10@outlook.com

Recebido: 09/11/2024.

Aprovado: 21/06/2025.

Como citar: MASCARENHAS, S.N.A.do; PINTO, B.R.C; SANTOS, J.C.dos; PEREIRA, I.S. INOCULAÇÃO COM *BACILLUS ARYABHATTAI* NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO. Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal, [S. l.], v. 11, n. 1, 2025.

Editores:

Dra. Vanessa Cristina Caron 
Dr. Carlos Paula Lemos

Copyright: este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição, e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



Palavras-chave: Bioinsumo. Simbiose. *Zea Mays* L.

INOCULATION WITH *BACILLUS ARYABHATTAI* ON THE DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF MAIZE

ABSTRACT: Maize is a cereal of great economic importance worldwide, with Brazil standing out as one of the leading producers and exporters. This study aimed to evaluate the potential of *Bacillus aryabhattai* in maize cultivation under different stress levels. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Triangulo Mineiro Uberlandia Campus, using a randomized block design with five repetitions and six treatments (absolute control and five increasing doses of the commercial product). The following agronomic traits were evaluated: ear length (EL), ear diameter (ED), thousand grain weight (TGW), and productivity (PROD). The coefficient of variation for the analyzed characteristics was low, indicating good experimental precision. Water deficit during the productive phase had a significant negative impact on the crop characteristics. However, inoculation with *Bacillus aryabhattai*, under the studied conditions, did not show a significant effect on mitigating the edaphoclimatic impacts or promoting plant growth.

Keywords: Bioinput. Symbiosis. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de suma importância econômica em todo o mundo, amplamente cultivada para diversas finalidades, como a alimentação humana, a produção de ração animal e a geração de biocombustíveis. No Brasil, a área destinada ao cultivo de milho ultrapassou 22,1 milhões de hectares em 2023, o que reafirma sua relevância para a economia do país (Companhia Nacional de Abastecimento, 2022). Na safra 2022/23, o Brasil se destacou como o terceiro maior produtor de milho global e o principal exportador, evidenciando a importância estratégica dessa cultura tanto na esfera nacional quanto internacional (United States Department of Agriculture, 2024).

Em resposta aos desafios enfrentados pela agricultura moderna, novas práticas de manejo têm sido implementadas para elevar a produtividade e a sustentabilidade das plantações. Nesse contexto, o uso de bioinsumos, particularmente as rizobactérias benéficas, tem ganhado destaque. A rizosfera, a região que se estende de 1 a 4 mm ao redor das raízes das plantas, abriga uma ampla gama de microrganismos, incluindo fitopatógenos e organismos benéficos que promovem o crescimento das plantas (PGP - *plant growth-promoting*) (Gouda et al., 2018; Tiwari; Lata, 2018). Esses microrganismos, que abrangem bactérias, fungos e algas, desempenham um papel crucial no crescimento das plantas, especialmente em condições de estresse ambiental (Tiwari; Prasad; Lata, 2019).

As rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPR - *plant growth-promoting rhizobacteria*) têm a capacidade de colonizar as raízes, estimulando o crescimento radicular e da parte aérea das plantas, além de aumentar o número de raízes laterais e promover a nodulação. Esse efeito benéfico deve-se à produção de sideróforos, exopolissacarídeos, metabólitos e fitohormônios, como ácido indolacético (AIA) e citocinina (CK) (Tiwari; Prasad; Lata, 2019). As PGPR atuam na modificação do funcionamento radicular e na melhoria da nutrição das plantas, através da fixação de nitrogênio e da solubilização de fosfatos, contribuindo para a manutenção da saúde do solo e resultando em uma maior produtividade das culturas (Tsotesi et al., 2022).

Dentre os microrganismos benéficos, as rizobactérias do gênero *Bacillus*, agora designadas como *Priestia*, destacam-se por seu potencial na mitigação de estresses abióticos, como o estresse hídrico, que é um dos principais fatores limitantes na produção de milho (Silva, 2023). A literatura aponta que a inoculação com essas rizobactérias pode reduzir os efeitos adversos do estresse hídrico, resultando em um sistema radicular mais robusto e eficiente na absorção de água e nutrientes (Selim et al., 2019).

O gênero *Bacillus*, que foi reclassificado como *Priestia*, inclui várias espécies, algumas das quais podem ser patogênicas para seres humanos, enquanto outras apresentam características promotoras de crescimento, contribuindo para a produção agrícola, tanto de forma direta quanto indireta (Souza, 2013). A

espécie *B. aryabhattai*, isolada e descrita pela primeira vez por Shivaji et al. (2009), tem sido utilizada como bioestimulante em diversas culturas, incluindo o milho no Brasil. Projetos desenvolvidos pela Embrapa, como o isolamento de *B. aryabhattai* na rizosfera do mandacaru (*Cereus jamacaru*) na região da Caatinga, que foi licenciada para a empresa NOOA, têm demonstrado seu potencial como bioestimulante (Auras, [2024]).

Nesse contexto, o presente estudo se propõe a avaliar, sob condições de campo, os efeitos da inoculação com *Bacillus aryabhattai* sobre o desenvolvimento e a produtividade das plantas de milho na região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberlândia, na fazenda Sobradinho, localizada no município de Uberlândia - MG, nas coordenadas 18°46'25"S e 48°17'48"W. A classificação climática segundo Köppen (1948) é Aw, tropical com duas estações bem definidas, uma quente e chuvosa e outra fria e seca. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Santos, 2018) de textura muito argilosa. Os dados meteorológicos foram coletados em uma estação automática instalada na fazenda Sobradinho a uma distância de 1303,89 m da área experimental.

No dia 05 de fevereiro de 2024, foi semeado o híbrido BM990 Vip3, desenvolvido pela Biomatrix. As sementes foram tratadas industrialmente com Fortenza Cruiser® para controle de lagartas e pragas iniciais da cultura. Durante o experimento, não foram realizadas irrigação nem a aplicação de inseticidas e fungicidas.

A adubação de plantio foi realizada com a aplicação de 300 kg/ha do fertilizante formulado NPK tipo 08:28:16. Já a adubação de cobertura, aplicada em parcela única no estágio V4 da cultura, foi composta por uréia e cloreto de potássio na proporção 3:1, totalizando uma dose de 200 kg ha⁻¹. Esta aplicação forneceu um total de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 50 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Além disso, aos 38 dias após o plantio, realizou-se aplicação dirigida do herbicida glifosato para o controle de plantas infestantes.

As parcelas experimentais consistiram em quatro fileiras de cinco metros cada, com as duas linhas centrais definidas como área útil. O espaçamento adotado foi de 0,60 metros entre fileiras e 0,20 metros entre plantas, totalizando 100 plantas por parcela.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos, sendo uma testemunha e cinco doses crescentes do produto comercial a base de *Bacillus aryabhattai*. Especificamente, os tratamentos foram definidos de tal maneira: (T1) testemunha absoluta, a base de água; (T2) 214 mL ha⁻¹; (T3) 428 mL ha⁻¹; (T4) 642 mL ha⁻¹; (T5) 856 mL ha⁻¹; e (T6) 2140 mL ha⁻¹. A Figura 1 apresenta a distribuição dos tratamentos no campo e sua randomização entre os blocos.

Figura 1: Distribuição e casualização dos tratamentos em campo

Bloco 1	856 mL ha ⁻¹	Testemunha	428 mL ha ⁻¹	642 mL ha ⁻¹	2140 mL ha ⁻¹	214 mL ha ⁻¹
Bloco 2	2140 mL ha ⁻¹	214 mL ha ⁻¹	642 mL ha ⁻¹	856 mL ha ⁻¹	428 mL ha ⁻¹	Testemunha
Bloco 3	Testemunha	642 mL ha ⁻¹	856 mL ha ⁻¹	214 mL ha ⁻¹	428 mL ha ⁻¹	2140 mL ha ⁻¹
Bloco 4	642 mL ha ⁻¹	214 mL ha ⁻¹	428 mL ha ⁻¹	2140 mL ha ⁻¹	Testemunha	856 mL ha ⁻¹
Bloco 5	428 mL ha ⁻¹	2140 mL ha ⁻¹	Testemunha	642 mL ha ⁻¹	214 mL ha ⁻¹	856 mL ha ⁻¹

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A inoculação com *Bacillus aryabhattai* na forma líquida, industrialmente produzida, com a concentração mínima de $1,0 \times 10^9$ unidades formadoras de colônia por mL (UFC/mL) foi realizada na fase vegetativa do milho (V6) (por volta de 30 dias após a semeadura / 8 de março 2024), com aplicação na base do colmo, com auxílio de bomba costal. No experimento, os diferentes tratamentos foram preparados com concentrações variadas do produto comercial diluído em oito litros de água, aplicando-se uniformemente 20 mL de calda por planta. Para o tratamento dois, utilizou-se 1,2 mL do produto comercial, resultando em 214 mL por hectare. No tratamento três, a concentração foi de 2,4 mL do produto comercial, equivalente a 428 mL por hectare. O tratamento quatro aplicou 3,6 mL do produto comercial, o que correspondeu a 642 mL por hectare. O tratamento cinco aplicou 7,2 mL do produto comercial, resultando em 856 mL por hectare. Para o tratamento seis, a solução continha 12 mL do produto comercial, totalizando 2140 mL por hectare. A testemunha (tratamento um) não recebeu a aplicação do produto comercial.

A colheita foi realizada manualmente no estágio de maturidade fisiológica, aos 113 dias após o plantio. Foram coletadas aleatoriamente dez espigas centrais da área útil de cada parcela avaliando-se: comprimento de espiga (CE, em cm), diâmetro de espiga (DE, em mm), massa da espiga sem palha (PG, em g), massa de mil grãos (PMG, em g) e produtividade (PROD, em t ha⁻¹). Para as características massa de mil grãos e produtividade, houve a correção de umidade para 14%, de acordo com a fórmula: $P14\% = Pc (1 - U)/0,86$ onde P14% - peso corrigido para 14% de umidade; Pc - peso de campo observado do caráter por parcela; e U - umidade do grão observado em cada parcela, expresso em decimais. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa R Core Team (The R, 2024).

Os dados climatológicos, utilizados para discussão deste trabalho foram coletados na Estação Climatológica do *Campus* Uberlândia, localizado à 1303,89 m de distância da área experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, de 5 de fevereiro a 27 de maio de 2024, observou-se que a distribuição das chuvas foi desuniforme, com a maior parte do volume pluviométrico (321 mm dos 325,4 mm totais) concentrada nos primeiros 54 dias após o plantio. Esse fato é especialmente relevante, pois coincidiu com a fase inicial de crescimento vegetativo da cultura do milho, sendo que a emissão da floração masculina ocorreu por volta do dia 26 de março. A partir desse ponto, não houve precipitações significativas, impactando diretamente o desenvolvimento das plantas, especialmente durante a fase reprodutiva, que é crítica para a definição do potencial produtivo da cultura.

A análise de variância (ANOVA) indicou que as diferentes doses do bioinsumo não promoveram diferenças estatísticas significativas a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1). Esses resultados sugerem que, sob as condições climáticas e de manejo do presente experimento, o uso de *B. aryabhattai* não foi eficaz em melhorar o desempenho das plantas de milho.

O coeficiente de variação (CV%) apresentou valores baixos para a maioria dos caracteres analisados, evidenciando a precisão e a adequada condução experimental. No entanto, a ausência de efeitos significativos pode estar relacionada a fatores como a variabilidade genética do milho, que possui ampla capacidade de adaptação e tolerância a estresses, e a resposta específica das plantas às cepas de rizobactérias. Além disso, a aplicação das rizobactérias em doses inadequadas ou a ausência de condições ambientais favoráveis ao seu estabelecimento e atividade na rizosfera podem ter limitado a eficácia do tratamento.

Tabela 1: Quadrados médios e coeficientes de variação da ANOVA para os caracteres agrônômicos

Fonte de Variação	Comprimento de espiga	Diâmetro de espiga	Peso de mil grãos	Produtividade por hectare
Tratamento	0,6158	1,1397	33,53	0.1055
Bloco	1,8108	10,2837	168,86	0.0511
Erro	0,5797	2,4411	358,22	0.1354
CV%	5,38	4,3	13,36	16.27
Total	3,0063	13,8645	560,61	0,2920

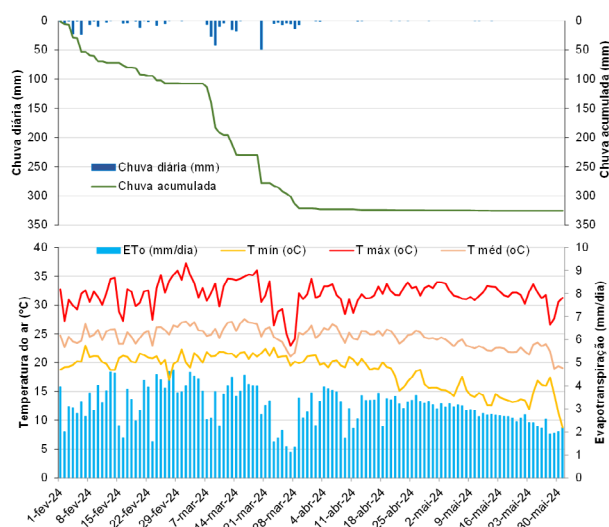
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Estudos indicam que a eficácia das rizobactérias depende de condições edafoclimáticas favoráveis, além da escolha adequada das cepas e concentrações (Gouda *et al.*, 2018; Tiwari; Prasad; Lata, 2019). No presente estudo, o déficit hídrico de 147 mm ao longo do ciclo, aliado ao cultivo em segunda safra e à ausência de irrigação, pode ter comprometido a resposta do milho ao bioinsumo. Além disso, a amplitude térmica variou de 20 °C a 32 °C nos dois terços iniciais do ciclo, enquanto na fase final as mínimas caíram abaixo de 15 °C, o que pode ter agravado o estresse hídrico e térmico das plantas (Figura 2).

May *et al.* (2019) demonstraram que a aplicação de *B. aryabhattai* pode mitigar os efeitos do estresse hídrico em mudas de cana-de-açúcar, quando associada à irrigação, indicando que a presença de água potencializa os efeitos benéficos dessa rizobactéria. No presente estudo, entretanto, esse efeito não foi observado, provavelmente devido à ausência de irrigação e aos baixos índices pluviométricos registrados durante o período experimental.

Em outro estudo conduzido em condições laboratoriais, a aplicação de *B. aryabhattai* em doses variando de 20 a 22 mL kg⁻¹ de inoculante resultou, aos 18 dias após a semeadura em areia, em incremento no crescimento inicial da parte aérea e da raiz, além de aumento na produção de matéria seca quando utilizado no tratamento de sementes de milho (híbrido 20A38 VIP3). Esse efeito positivo foi detectado até a dose de 400 a 450 mL ha⁻¹ no tratamento das sementes. Acima dessa dosagem, o incremento no crescimento apresentou uma redução, equiparando-se à testemunha sem inoculação, sem, contudo, afetar negativamente a germinação das sementes (Steiner *et al.*, 2024).

Figura 2: Temperatura do ar, chuva e evapotranspiração potencial de referência ao longo dos meses de fevereiro a maio de 2024 na Fazenda Sobradinho do IFTM Campus Uberlândia



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Silva (2023) investigou o impacto dos regimes hídricos e da aplicação de *B. aryabhattai* no desempenho agrônomo do milho e constatou que a disponibilidade de água resultou em maior produtividade da

cultura. Contudo, esse efeito foi mais pronunciado em plantas que não receberam inoculação. A inoculação no estudo de Silva foi realizada via sementes, enquanto no presente trabalho o bioinsumo foi aplicado cerca de 30 dias após a emergência das plantas. Essa diferença no método de inoculação pode ter influenciado os resultados observados.

O posicionamento ideal para a aplicação de *B. aryabhattai* CMMA 1363 é no tratamento de sementes ou via drench no momento da semeadura (Auras, 2024; Fuga *et al.*, 2023). No presente estudo, buscou-se explorar uma nova forma de aplicação e posicionamento desse bioinsumo, a fim de verificar a eficácia em condições distintas.

A resposta do milho à aplicação de *B. aryabhattai* ainda apresenta variações significativas. Em doses baixas no tratamento de sementes, inferiores a 2 mL kg⁻¹, não foram observadas diferenças de produtividade entre as sementes inoculadas e o tratamento controle em três diferentes regiões edafoclimáticas (Paranapanema, Rio Verde e Uberlândia) (Fuga *et al.*, 2023). Nas condições de Paranapanema e Uberlândia, na maior dose estudada de 6 mL kg⁻¹, a produtividade foi equivalente à da testemunha sem inoculação, enquanto em Rio Verde e Planaltina essa dose resultou em produtividade superior à testemunha e semelhante à menor dose testada, de 1 mL kg⁻¹ de sementes. Cada região avaliou um híbrido distinto, e as produtividades variaram amplamente, com a mínima de 42,8 sc ha⁻¹ em Rio Verde (GO) e a máxima de 207,1 sc ha⁻¹ em Uberlândia (MG). Apesar dessa variação, os autores recomendaram a dose de 4 mL kg⁻¹ de sementes de milho.

Apesar do potencial promissor das rizobactérias do gênero *Bacillus*, especificamente *B. aryabhattai*, na mitigação de estresses abióticos como o déficit hídrico, os resultados deste estudo não evidenciaram efeitos significativos da inoculação sobre as características agrônômicas avaliadas (CE, DE, PMG e PROD). Dessa forma, ressalta-se a necessidade de estudos adicionais para confirmar esses resultados e explorar o potencial da rizobactéria em diferentes cenários agrônômicos e condições de manejo.

CONCLUSÃO

O presente estudo não identificou efeitos significativos da inoculação com *Bacillus aryabhattai* nas características agrônômicas do milho, considerando as condições climáticas e de manejo adotadas. A inoculação não influenciou variáveis como comprimento e diâmetro de espiga, peso de mil grãos e produtividade. A ausência de resposta pode estar relacionada ao déficit hídrico acentuado, à falta de irrigação e à interação entre genética da cultura e condições ambientais.

Os resultados indicam que a aplicação do bioinsumo, nas doses e métodos testados, não foi suficiente para mitigar os efeitos do estresse hídrico. Estudos futuros devem explorar diferentes estratégias de inoculação e condições edafoclimáticas mais favoráveis para avaliar o real potencial do *B. aryabhattai* na cultura do milho.

REFERÊNCIAS

AURAS: redutor dos efeitos de estresses: inoculante líquido para milho e soja. [S. l.]: Embrapa Tecnologia: NOOA Ciência e Tecnologia Agrícola, [2024].

Disponível em: https://nooabrasil.com.br/_files/ugd/95ed09_01b8b23358d545158622cf83fac85826.pdf.

Acesso em: 31 jul. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.

Perspectivas para a Agropecuária: volume 10: Safra 2022/2023. Brasília, DF: CONAB, 2022. Disponível em: https://conab.gov.br/perspectivas-para-aagropecuaria/item/download/44136_862303a30c770d51e6d6e8d8c33539eb. Acesso em: 28 maio 2024.

FUGA, C. A. G.; CAIXETA, G. A. N.; CAIXETA, C. F.; MELO, I. S. de. Growth promotion in maize (*Zea mays* L.) by *Bacillus aryabhattai* strain CMAA 1363. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 18, n. 3, e3340, 2023.

GOUDA, S.; KERRY, R. G.; DAS, G.; PARAMITHIOTIS, S.; SHIN, H. S.; PATRA, J. K. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. **Microbiological Research**, [S. l.], v. 206, p. 131-140, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.08.016>.

Disponível em: <https://sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501317303415?via=ihub>.

Acesso em: 7 jun. 2024.

KÖPPEN, W. **Climatologia:** con un estudio de los climas de la tierra. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1948. 474 p.

MAY, A.; RAMOS, N. P.; SANTOS, M. de S. dos; SILVA, E. H. F. M. da; MELO, I. S. de. Promoção de crescimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar inoculadas com *Bacillus aryabhattai* em diferentes frequências de irrigação. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, n. 80, mar. 2019. Disponível em: <https://infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1107857/1/boletim80Andre.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 22 jun. 2024.

SELIM, S.; HASSAN, Y. M.; SALEH, A. M.; HABEED, T. H.; ABDELGAWAD, H. Actinobacterium isolated from a semi-arid environment improves the drought tolerance in maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology and Biochemistry**, [S. l.], v. 142, p. 15-21, set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.06.029>. Disponível em: <https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942819302645>. Acesso em: 1 abr. 2025.

SHIVAJI, S.; CHATURVEDI, P.; BEGUM, Z.; PINDI, P. K.; MANORAMA, R.; PADMANABAN, D. A.; SHOUICHE, Y. S.; PAWAR, S.; VAISHAMPAYAN, P.; DUTT, C. B. S.; DATTA, G. N.; MANCHANDA, R. K.; RAO, U. R.; BHARGAVA, P. M.; NARLIKAR, J. V. *Janibacter hoylei* sp. nov., *Bacillus isronensis* sp. nov. and *Bacillus aryabhattai* sp. nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. l.], v. 59, n. 12, p. 2977-2986, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.002527-0>. Disponível em: <https://microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijs.0.002527-0>. Acesso em: 7 maio 2024.

SILVA, F. B. da. Uso de regimes hídricos e *Bacillus aryabhattai* no desempenho agrônomo na cultura do milho verde. 2023. Artigo (Graduação em Agronomia) – Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/3893>. Acesso em: 4 jun. 2024.

STEINER, F.; LOPES, L. E.; VILAS-BOAS, J. K.; FERREIRA, I. B. P. A.; AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. *Bacillus aryabhattai* dose recommendation for corn seed inoculation. **Trends in Agricultural and Environmental Sciences**, Nova Xavantina, v. 2, e240003, 2024. DOI: <https://doi.org/10.46420/TAES.e240003>. Disponível em: <https://editorapantanal.com.br/journal/index.php/taes/en/article/view/12>. Acesso em: 10 ago. 2024.

SOUZA, R. de. Caracterização da comunidade bacteriana associada ao cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) e estudo da interação bactéria-planta na promoção do crescimento vegetal. 2013. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/90437>. Acesso em: 1 abr. 2025.

THE R project statistical computing. [Viena]: The R Foundation, 2024. Disponível em: <https://r-project.org/>. Acesso em: 5 maio 2024.

TIWARI, S.; LATA, C. Heavy metal stress, signaling, and tolerance due to plant-associated microbes: an overview. **Frontiers in Plant Science**, [S. l.], v. 9, p. 452, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00452>. Disponível em: <https://frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.00452/full>. Acesso em: 8 ago. 2024.

TIWARI, S.; PRASAD, V.; LATA, C. *Bacillus*: plant growth promoting bacteria for sustainable agriculture and environment. In: **New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering: microbial biotechnology in agro-environmental sustainability**. [S. l.]: Elsevier, 2019. p. 43-55. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64191-5.00003-1>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444641915000031?via=ihub>. Acesso em: 12 jul. 2024.

TSOTETSI, T.; NEPHALI, L.; MALEBE, M.; TUGIZIMANA, F. *Bacillus* for plant growth promotion and stress resilience: what have we learned? **Plants**, [S. l.], v. 11, n. 19, p. 1-23, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11192482>. Disponível em: <https://mdpi.com/2223-7747/11/19/2482>. Acesso em: 8 jul. 2024.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World agricultural supply and demand estimates**. Washington-DC: Wasde, 2024. Disponível em: <https://usda.gov/oce/commodity/wasde>. Disponível em: <https://usda.gov/about-usda/general-information/staff-offices/office-chief-economist/commodity-markets/wasde-report>. Acesso em: 5 jun. 2024.