

UNIFEV- CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA
ENGENHARIA AGRÔNOMICA

JULIANA FELÍCIO MOREIRA
PAULA APARECIDA SANTOS

**RESPOSTA DO FEIJOEIRO À APLICAÇÃO DE *Bacillus aryabhattai* EM
DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS**

VOTUPORANGA – SP

2025

JULIANA FELÍCIO MOREIRA

PAULA APARECIDA SANTOS

**RESPOSTA DO FEIJOEIRO À APLICAÇÃO DE *Bacillus aryabhattai* EM
DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS**

Artigo apresentado à Unifev – Centro Universitário de Votuporanga – para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Agrônômica, sob a orientação do Professor Dr. Juliano Costa da Silva.

VOTUPORANGA-SP

2025

Felício Moreira, Juliana.

Resposta do feijoeiro à aplicação de *Bacillus aryabhattai* em diferentes condições hídricas.

/ Juliana Felício Moreira; Paula Santos. - Votuporanga. Ed. do Autor, 2025.

42 p., 30cm. :il., tab.

Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação - Bacharelado) - UNIFEV - Centro Universitário de
Votuporanga, Curso de Engenharia Agrônômica, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Costa da Silva.

1. Biofertilizante. 2. Estresse hídrico. 3. Feijão. 4. Microrganismos. 5. Sustentabilidade. I. Santos, Paula. II. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unifev.

Dados fornecidos pelo autor(a). Essa ficha
não pode ser modificada.

Bibliotecária Responsável: Marcia Faria Cavalcante - CRB-8/ 10706

UNIFEV- CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA
ENGENHARIA AGRÔNOMICA

JULIANA FELÍCIO MOREIRA

PAULA APARECIDA SANTOS

**RESPOSTA DO FEIJOEIRO À APLICAÇÃO DE *Bacillus aryabhattai* EM
DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS**

Aprovado(a): 08/11/2025

Artigo apresentado à Unifev – Centro
Universitário de Votuporanga – para a
obtenção do grau de bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Documento assinado digitalmente
 **MARIANE APARECIDA BARBARA ZANINI**
Data: 11/12/2025 22:00:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome: Prof.^a Ma. Mariane Aparecida Barbará Zanini

Unifev
Documento assinado digitalmente
 **EPITACIO JOSE DE SOUZA**
Data: 11/12/2025 21:28:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Segundo Examinador

Nome: Prof. Dr. Eptácio José de Souza

Documento assinado digitalmente
 **JULIANO COSTA DA SILVA**
Data: 11/12/2025 21:10:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador

Prof. Dr. Juliano Costa da Silva

VOTUPORANGA-SP

2025

AGRADECIMENTOS

POR JULIANA FELÍCIO MOREIRA

Dedico este trabalho aos meus pais Denise e José e toda a minha família pelo apoio, auxílio e acima de tudo amor, por sempre estarem ao meu lado me incentivando.

Agradeço aos meus docentes com quem convivi durante essa jornada e que sempre me apoiaram e que eu tive a oportunidade de conhecer e vivenciar esses anos de aprendizado.

Agradeço a minha companheira de estudo Paula Santos , que agregou muito ao trabalho para sua conclusão.

POR PAULA APARECIDA SANTOS

Dedico este trabalho aos meus pais, Maura e Paulo, pelo amor incondicional, ensinamentos e apoio em todas as etapas da minha vida.

Ao meu companheiro de vida, Wederson Bruno, pela paciência, incentivo e por caminhar ao meu lado nos dias mais desafiadores.

E à minha parceira Juliana Felício, pela amizade, apoio e companheirismo que tornaram essa jornada muito mais leve e especial.

“A agricultura é a arte de saber esperar, compreender a natureza e trabalhar em harmonia com ela.”

(CICERÓN, Marco Túlio. De Senectute, 44 a.C.)

RESPOSTA DO FEIJOEIRO À APLICAÇÃO DE *Bacillus aryabhattai* EM DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS

Juliana Felício Moreira¹
Paula Aparecida Moreira²

Resumo

O feijão carioca está presente diariamente na mesa dos brasileiros, representando mais do que um alimento: é parte da cultura, da história e da segurança alimentar do país. Apesar de sua importância, a produtividade dessa leguminosa é limitada pela disponibilidade irregular de água no solo, o que afeta o crescimento das plantas e reduz a produção das lavouras. Em um contexto de mudanças climáticas e estiagens prolongadas, torna-se essencial buscar estratégias sustentáveis que tornem o cultivo mais resiliente e ambientalmente responsável. Nesse cenário, o uso de microrganismos benéficos, como o *Bacillus aryabhattai*, surge como uma alternativa natural capaz de ajudar as plantas a enfrentar o estresse hídrico. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta do feijão carioca à inoculação com *Bacillus aryabhattai* em diferentes níveis de umidade do solo. O experimento foi realizado em ambiente protegido na UNIFEV – Centro Universitário de Votuporanga (SP), entre maio e julho de 2025, utilizando delineamento em blocos casualizados, com dois tratamentos de sementes (com e sem inoculação) e três capacidades de campo (40%, 60% e 80%). Foram analisados parâmetros de crescimento, incluindo comprimento e massa fresca das raízes e da parte aérea. Os resultados mostraram que a inoculação com a bactéria não foi favorável ao desenvolvimento das plantas, indicando uma redução significativa no comprimento e massa fresca da raiz em comparação com o tratamento sem inoculação. Dessa forma, o uso do *Bacillus aryabhattai*, nas condições testadas neste estudo, não é recomendado para o cultivo do feijão carioca. Em contraste, a capacidade de campo de 80% foi a que proporcionou o melhor desenvolvimento da cultura, revelando-se a condição ideal de umidade do solo para uma agricultura mais resiliente e preparada para os desafios das mudanças climáticas.

Palavras-chave: biofertilizante; estresse hídrico; feijão; microrganismos; sustentabilidade.

¹ Centro Universitário de Votuporanga. Votuporanga, São Paulo, Brasil. Bacharelado em Engenharia Agrônoma. e-mail: 17997768997juuh@gmail.com

² Centro Universitário de Votuporanga. Votuporanga, São Paulo, Brasil. Bacharelado em Engenharia Agrônoma. e-mail: paulasantosagronomia@gmail.com

Abstract

The carioca bean is a staple food in the Brazilian diet, representing more than just nourishment—it is part of the country's culture, history, and food security. Despite its importance, the productivity of this legume is often limited by the irregular availability of water in the soil, which affects plant growth and reduces crop yields. In a context of climate change and prolonged droughts, it becomes essential to adopt sustainable strategies that promote crop resilience without causing environmental harm. In this scenario, the use of beneficial microorganisms, such as *Bacillus aryabhattai*, emerges as a natural alternative capable of helping plants cope with water stress. This study aimed to evaluate the response of carioca bean plants to inoculation with *Bacillus aryabhattai* under different soil moisture levels. The experiment was conducted in a protected environment at UNIFEV – Centro Universitário de Votuporanga (São Paulo, Brazil), between May and July 2025, using a randomized block design with two seed treatments (with and without inoculation) and three field capacities (40%, 60%, and 80%). Growth parameters, including root and shoot length and fresh mass, were analyzed. The results showed that bacterial inoculation was not favorable for plant development, as a significant reduction in root length and fresh mass was observed compared to the non-inoculated treatment. Therefore, under the conditions tested in this study, the use of *Bacillus aryabhattai* is not recommended for carioca bean cultivation. Conversely, the 80% field capacity provided the best crop performance, proving to be the ideal soil moisture condition for more resilient agriculture adapted to the challenges of climate change.

Keywords: biofertilizer; beans; microorganisms; sustainable; water stress.

¹ Centro Universitário de Votuporanga. Votuporanga, São Paulo, Brasil. Bacharelado em Engenharia Agrônoma. e-mail: 17997768997juuh@gmail.com

² Centro Universitário de Votuporanga. Votuporanga, São Paulo, Brasil. Bacharelado em Engenharia Agrônoma. e-mail: paulasantosagronomia@gmail.com

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. DESENVOLVIMENTO	12
1.1 <i>A importância do feijão carioca no Brasil</i>	12
1.2 <i>A produção de feijão carioca no Brasil</i>	13
1.3 <i>Números atuais da produção do feijão carioca</i>	15
1.4 <i>Influência do déficit hídrico no desenvolvimento e produtividade do feijão carioca</i> 16	
1.5 <i>Uso do Bacillus aryabhattai na mitigação do estresse hídrico em plantas</i>	16
1.6 <i>Influência do tratamento de variadas sementes com o Bacillus Aryabhattai</i>	17
1.7 <i>Uso do Bacillus aryabhattai em sementes de feijão carioca</i>	19
2 METODOLOGIA.....	20
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39
ANEXOS	Error! Bookmark not defined.

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) está presente diariamente na alimentação do povo brasileiro, além de ser uma fonte de proteína vegetal, também representa nossa cultura alimentar, nossa tradição e nossa identidade social. Entre as variedades de feijão cultivadas no Brasil, o feijão carioca se destaca por ter boa aceitação, valor nutricional e importância econômica. É cultivado em praticamente todas as regiões do Brasil, alimentando milhões de pessoas e proporcionando uma fonte de renda para pequenos e médios produtores em diversas regiões do país (Carneiro; Souza, 2020).

Apesar de sua importância, a produtividade do feijão carioca enfrenta desafios significativos, principalmente devido à escassez hídrica e às condições climáticas irregulares, pois a falta de água no solo compromete o crescimento radicular e aéreo das plantas, prejudicando a formação de vagens e a produção final. O estresse hídrico, portanto, é um dos principais fatores limitantes da agricultura moderna, impactando de forma significativa o rendimento de culturas essenciais como o feijão. Diante desse cenário, torna-se cada vez mais urgente buscar estratégias sustentáveis que auxiliem as plantas a se adaptarem a essas condições adversas, sem comprometer o meio ambiente nem depender do uso intensivo de insumos químicos (Figueiredo *et al.*, 2017).

O *Bacillus aryabhattai* é um microrganismo benéfico para a agricultura sustentável, sua utilização é uma alternativa promissora para o meio ambiente. Estudos indicam que pode contribuir significativamente para o aumento da produtividade nas culturas e reduzir a dependência de insumos químicos. As sementes tratadas com essa bactéria apresentaram maior tolerância ao déficit hídrico durante a germinação, sugerindo o favorecimento de sistemas mais eficientes e resilientes de manejo, alinhando-se a práticas agrícolas ecológicas e estratégias de segurança alimentar, promovendo um uso mais sustentável dos recursos (Castro & Silva, 2023).

A pesquisa busca contribuir para o avanço do uso de bioinsumos na agricultura, oferecendo uma alternativa sustentável para o enfrentamento dos desafios impostos pelo estresse hídrico, além de reforçar o papel da ciência na construção de uma produção agrícola mais resiliente e ambientalmente responsável (Silva *et al.*, 2020).

O presente trabalho aborda a experiência com sementes de feijão carioca cultivadas com e sem inoculação de *Bacillus aryabhattai* em três níveis de capacidade de campo do solo (40%, 60% e 80%). O experimento utilizou alguns parâmetros para a comparação de todas as situações observadas como o crescimento como comprimento da raiz (CR), o comprimento da parte aérea (CPA), a massa fresca da raiz (MFR), a massa fresca da parte aérea (MFPA), a massa seca, o volume radicular e o índice de velocidade de emergência (IVE).

O objetivo, portanto, foi avaliar a resposta do feijão carioca à inoculação com *Bacillus*

aryabhattai sob diferentes níveis de capacidade de campo, investigando o potencial desta rizobactéria promotora de crescimento na mitigação dos efeitos do estresse hídrico (Arruda *et al.*, 2025).

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 A importância do feijão carioca no Brasil

O *Phaseolus vulgaris* L. conhecido como feijão comum é uma leguminosa que abrange diversas variedades de feijões consumidos no Brasil, como o feijão preto, o rajado, o jalo, o roxinho, entre outros. O feijão carioca também é uma variedade de feijão comum, sua origem é do México e da América Central, foi domesticado pelos povos indígenas há cerca de 7.000 anos, bem antes da chegada dos europeus (EMBRAPA, 2021).

O feijão carioca mesmo com seu nome sugestivo não surgiu no Rio de Janeiro, foi desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, São Paulo, em 1971, fruto do cruzamento entre duas linhagens de feijão com o objetivo de obter um grão de qualidade com produtividade, resistência a doenças, adaptação às condições climáticas e agronômicas do Sudeste brasileiro, atender à demanda de consumo local e aceitação comercial. O nome "carioca" veio das características do grão bege com listras marrons que lembram as calçadas do Rio de Janeiro (EMBRAPA, 2021; IAC, 2020).

No Brasil, essa leguminosa se destaca por muitas razões, sendo a principal delas a alimentação e a nutrição. Entretanto, interfere nos aspectos social, econômico e cultural do nosso país, já que é a variedade mais popular entre os consumidores, estando presente na maioria absoluta dos lares brasileiros (Silva; Lima; Moraes, 2021).

Esse grão gera acesso físico, econômico e social a alimentos seguros, nutritivos e em quantidade suficiente para uma vida ativa e saudável, para todos, a qualquer tempo, devido ao baixo custo, fácil e alto valor nutritivo, tornando-o um dos principais alimentos no combate à fome sendo muito para países em desenvolvimento, como o Brasil, como reporta a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2022).

Sua notoriedade nutricional pauta-se em sua extraordinária fonte de proteínas vegetais, fibras alimentares, ferro e vitaminas do complexo B e quando combinado com o arroz, forma uma refeição completa com todos os aminoácidos essenciais. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO, cada 100g de feijão cozido fornece

aproximadamente 6 g de proteína e 1,3mg de ferro, sendo fundamental no combate à anemia e na manutenção de uma dieta equilibrada (UNIFESP, 2021).

É conceituado culturalmente por sua forte ligação com a identidade do povo brasileiro, presente nos pratos típicos regionais muito apreciados pelos brasileiros como o tutu de feijão, feijão tropeiro, feijoada, feijão gordo, entre outros muito saborosos e também o nosso queridinho arroz com feijão, prato típico do dia a dia das mesas brasileiras, desde as famílias mais humildes até as mais abastadas. O feijão tornou-se uma união entre tradição alimentar e soberania cultural, especialmente nas camadas populares brasileiras (Souza; Andrade, 2019).

Economicamente espelha-se na sua produção em larga escala, representando cerca de 70% da produção nacional de feijão, cultivado em diversas regiões do país, destacando Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Goiás. A produção envolve desde pequenos agricultores até grandes cooperativas, contribuindo para a geração de emprego e renda no meio rural, especialmente entre agricultores familiares, movimentando o comércio regional e representando uma importante fonte de renda (CONAB, 2024).

Além de ser um produto de alto valor por seu proeminente papel na agricultura, sobressai-se no aspecto social, por ser um símbolo de identidade cultural, nacional e segurança alimentar. Ao investir na sua produção e distribuição contribuimos para que o prato do brasileiro continue nutritivo, acessível e culturalmente representativo, pois está presente em quase todos os lares brasileiros, sendo essencial à saúde pública devido ao seu valor nutricional e custo acessível (Souza; Andrade, 2019).

1.2 A produção de feijão carioca no Brasil

Essa é a variedade de feijão comum mais produzida no Brasil, a explicação para isso é uma combinação de razões históricas, culturais, agronômicas, econômicas e nutricionais já discutidas no presente trabalho, todavia além da tradição e relevância econômica essa variedade é amplamente aceita pela aparência, cor e textura dos grãos, tempo de cozimento, além do sabor característico do alimento (EMBRAPA, 2023).

Possui ampla adaptabilidade climática que permite seu cultivo em diferentes regiões e em diversas épocas do ano, portanto é possível cultivá-lo em três safras anuais (águas, seca e irrigada), garantindo o abastecimento constante ao mercado, e ainda conta com uma excelente logística de distribuição, tradição comercial e aceitação no mercado interno que contribuem

para consolidar sua posição. Estados como Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Bahia reúnem condições climáticas favoráveis e ainda solo apropriado, tecnologia agrícola e infraestrutura (CONAB, 2024).

Esses estados mantêm a produção nacional do feijão, o Paraná lidera com seu clima ameno, chuvas regulares, mecanização de nível, cooperativas organizadas e sistemas de plantio direto (EMBRAPA, 2023). Minas Gerais com solos férteis, irrigação, diversidade climática e agricultura familiar (Souza; Andrade, 2019). São Paulo pela infraestrutura, transporte, armazenamento e tecnologia. Goiás usa irrigação no cerrado, integração com soja e milho, rotação e consórcio agrícola (IBRAFE, 2024). Bahia com irrigação no semiárido e agricultura familiar, combinando tradição e modernização (CONAB, 2024).

Sendo a variedade de feijão mais consumida no Brasil, sua aplicação é ampla e versátil, utilizado em no cotidiano dos lares, na merenda escolar, em programas governamentais de segurança alimentar e em refeições coletivas (EMBRAPA, 2023).

Os setores institucionais, utilizam o feijão carioca em programas de alimentação escolar, como o PNAE - Programa Nacional de Alimentação Escolar, em programas de aquisição de alimentos da agricultura familiar, como o PAA – Programa de Aquisição de Alimentos. Essa variedade é escolhida por conta de seu alto valor nutricional, seu custo acessível e sua aceitação cultural generalizada (FNDE, 2022; MDS, 2023).

Essa leguminosa é utilizada em refeições coletivas de empresas, hospitais, restaurantes populares e presídios, por sua facilidade de preparo, boa digestibilidade e potencial de saciedade. Também é comercializado em forma cozida e enlatada por indústrias alimentícias, além de servir como matéria-prima para farinhas e preparados desidratados usados em sopas e produtos prontos para o consumo (FAO, 2022).

Recomendado indicado em guias alimentares oficiais, como o Guia Alimentar para a População Brasileira do Ministério da Saúde e tem papel estratégico na luta contra a insegurança alimentar e má nutrição, principalmente entre as camadas mais vulneráveis da população (BRASIL, 2014).

Mesmo sendo protagonista do mercado, essa variedade enfrenta concorrência de outros tipos de feijão, como o feijão-preto e o feijão-caupi. As oscilações nos números são atribuídas ao aumento da produção das outras variedades e à busca por diversificação no consumo interno e no comércio exterior. Essa alteração exige atenção das políticas públicas de incentivo à agricultura familiar e abastecimento interno, visto que a produção e a oferta estáveis desse alimento básico é estratégia nutricional e socioeconômica no Brasil. (EMBRAPA, 2023).

A Concorrência com outras variedades de feijão que tiveram suas áreas de produção expandidas reduzindo a demanda comercial pelo carioca, como o feijão-caupi, no Norte e Nordeste que ganhou espaço por sua resistência ao calor e à seca e o feijão-preto em regiões onde há incentivos ao cultivo mecanizado” (CEPEA, 2024).

Problemas de mercado, volatilidade de preços e a falta de políticas públicas de apoio ao feijão geram insegurança entre produtores, excesso de oferta faz o preço de mercado cair e desestimula o plantio nas safras seguintes, portanto é necessário um programa que garanta preço mínimo efetivo para que haja estabilidade na produção” (Souza; Andrade, 2019).

1.3 Números atuais da produção do feijão carioca

A CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, apresenta dados que apontam que a safra 2023/2024 sofreu retração, pois a produção total do feijão no país foi de 3,16 milhões de toneladas, representando uma redução de 1,3% em comparação à safra anterior. Essa queda revelou-se mais desfavorável para o feijão carioca — cuja produção caiu 6,6%, totalizando aproximadamente 1,72 milhão de toneladas, outras variedades tiveram seu desempenho mais satisfatório, como o feijão preto que alcançou uma produção de 789,1 mil toneladas, registrando aumento de 10,8% (CONAB, 2024).

A redução na produção do feijão carioca pode ser atribuída a diversos fatores, como a diminuição de área plantada, variações climáticas adversas, aumento no custo de insumos e deslocamento do cultivo para outras culturas com maior retorno econômico. Porém, mesmo diminuindo a oferta, o preço para o produtor do feijão carioca continuou bom, mostrando que existe uma forte demanda pelo produto e a importância do equilíbrio entre produção e consumo (CEPEA, 2024).

Esses dados mostram uma situação complexa na produção do feijão carioca no Brasil, pois mesmo que os volumes totais continuem elevados totais, a variedade com maior demanda enfrenta desafios específicos. Portanto, formulação de políticas públicas de incentivo à produção e estabilização de preços, torna-se indispensável, especialmente para as camadas mais vulneráveis da população que têm nesse alimento uma importante fonte de proteína vegetal (BELIK, 2020).

1.4 Influência do déficit hídrico no desenvolvimento e produtividade do feijão carioca

O feijão carioca é a variedade mais consumida no Brasil e a mais sensível às variações hídricas, especialmente nas fases fenológicas críticas onde a planta é mais suscetível a fatores ambientais e de manejo, podendo ter seu potencial produtivo comprometido. A deficiência hídrica na floração e enchimento de grãos, pode causar redução drástica no número de vagens por planta, no número de grãos por vagem e no peso de mil grãos, resultando em perdas significativas de rendimento (Melo *et al.*, 2022).

O feijão carioca possui uma tolerância reduzida à seca ocasionada porque seu sistema radicular é superficial e dificulta o acesso à água nas camadas mais profundas do solo, tornando-o mais vulnerável em regiões com pluviosidade irregular ou produção não irrigada. De acordo com pesquisas, o cultivo realizado com até 50% de redução na disponibilidade de água durante o ciclo pode ocasionar perdas superiores a 60% na produtividade (Silva *et al.* 2021).

O estresse hídrico afeta os aspectos quantitativos e qualitativos do rendimento, alterando a uniformidade e o tamanho dos grãos, pois causa desequilíbrios fisiológicos nas plantas, como o fechamento estomático, redução na fotossíntese, menor translocação de assimilados e acúmulo de compostos oxidativos. Essas alterações comprometem a eficiência do metabolismo vegetal e tornam as plantas mais suscetíveis a doenças e pragas (Santos *et al.*, 2023).

Muitas pesquisas estão sendo realizadas sobre estratégias agronômicas para mitigar a baixa resiliência do feijão carioca ao estresse hídrico, especialmente em estágios reprodutivos, que limitam a produtividade em sistemas não irrigados. Assim, destaca-se a importância de selecionar cultivares com maior tolerância, desenvolver tecnologias sustentáveis e o uso de inoculantes com microrganismos promotores de crescimento que demonstram potencial em induzir resistência ao estresse hídrico (Martins *et al.*, 2020).

1.5 Uso do *Bacillus aryabhattai* na mitigação do estresse hídrico em plantas

O sistema agrícola mundial vem sentindo seus números bastante reduzidos por conta da insuficiência de água que suprime o desenvolvimento dos vegetais, indisponibilizando nutrientes e refletindo na produtividade, esses efeitos se tornam intensos por conta das mudanças climáticas e pela crescente carência dos recursos hídricos. Portanto, alternativas

sustentáveis vêm sendo pesquisadas para desenvolver a resistência das culturas frente ao déficit hídrico (Sousa *et al.*, 2023).

Pesquisas têm comprovado que uma alternativa sustentável que vem agregando bons resultados é o enxerto dos vegetais com microrganismos que proporcionam a eles características de proteção contra os estresses do meio ambiente promovendo o desenvolvimento mesmo em condições difíceis para a planta (Ferreira *et al.*, 2000).

O tratamento de sementes de diferentes culturas com microrganismos é um caminho viável para a amortização dos efeitos advindos da escassez de água na agricultura, utilizando-os como bactérias promotoras de crescimento vegetal (Vurukonda *et al.*, 2016). Os benefícios potenciais do uso desse microrganismo atenuam os males causados pelo estresse em diferentes regimes hídricos (Barroso, 2023).

O *Bacillus aryabhattai* é isolado da rizosféra de espécies cactáceas do bioma da Caatinga, essa bactéria se sobressai por seu potencial em diminuir os efeitos do estresse hídrico em diferentes espécies vegetais, tornando-se uma alternativa ecológica e promissora para aplacar as perdas e aumentar a produção, contribuindo para melhorar os números na agricultura em regiões que convivem esse drama (May *et al.*, 2019).

Inocular sementes com o *Bacillus aryabhattai* modifica os padrões bioquímicos e fisiológicos nos vegetais, como a intensidade fotossintética, a aplicabilidade da água e o crescimento radicular. As rizobactérias diminuem o impacto da seca nas plantas, pois alteram as reações em seu interior favorecendo a tolerância ao estresse hídrico (Dimkpa *et al.*, 2009).

1.6 Influência do tratamento de variadas sementes com o *Bacillus aryabhattai*

As bactérias, como o *Bacillus aryabhattai*, estabelecem simbiose com as plantas, pois os dois organismos se beneficiam, além disso contribui e favorece os processos fisiológicos dos vegetais, visto que elas sobrevivem em ambientes diversos, inclusive de extremas temperaturas e escassez hídrica (Zhang *et al.*, 2014).

Nas sementes de milho, estudos relatam que o uso do *Bacillus aryabhattai* pode incrementar a biomassa radicular desse vegetal, de acordo com (Santos *et al.*, 2017). Em outros experimentos, examinou-se que essa cepa bacteriana influencia no grau de tolerância do vegetal à deficiência hídrica, segundo (Kamamura *et al.*, 2017). Em outra obra desse autor, destacou-se a promoção do crescimento em condições de estresse hídrico no peso seco de raiz, na área foliar e no comprimento de caule (Kavamura *et al.*, 2013).

Nas sementes de soja, o *Bacillus aryabhattai* mostrou ser de grande auxílio no crescimento da planta tanto em condições favoráveis como desfavoráveis de desenvolvimento em relação ao estresse hídrico, promovendo um notável crescimento do sistema radicular entre outros benefícios (Park *et al.*, 2017). Outro autor alega que o consórcio com o *Bacillus aryabhattai* consegue diminuir os efeitos do estresse hídrico na soja pela ação da enzima peroxidase influenciando na tolerância (Morais, 2018).

Nas mudas da berinjela, do pepino e do tomateiro tratadas com o *Bacillus aryabhattai*, mostrou-se que a bactéria possui um grande potencial como agente biológico sustentável no manejo da nematóide endoparasita *Meloidogyne javanica* no solo, com significativa eficiência ao diminuir sua população promovendo o crescimento de culturas (Antil *et al.*, 2021). Outras obras também dissertam sobre a promoção de crescimento, acúmulo de massa foliar e radicular em vegetais como o pepino (Melo; Valarini, 1995) e o tomate (Moura; Romeiro, 2000).

Nas sementes de trigo, o tratamento com o *Bacillus aryabhattai* promoveu o crescimento vigoroso de plantas cultivadas em solos afetados pela salinidade, aliviando esse estresse, através da produção de ACC e a indução de antioxidantes naturais (Farahat *et al.*, 2020). Outro autor confirmou ser uma estratégia eficaz para diminuir os efeitos negativos do estresse salino por meio da solubilização de nutrientes, produção de hormônios vegetais e atividade de enzimas antioxidantes, alterando os parâmetros fisiológicos, como o conteúdo de clorofila e a estabilidade das membranas celulares, mesmo sob altas concentrações de sal. (Kumar *et al.*, 2021).

Nas mudas de cana-de-açúcar, segundo May *et al.* (2019). inoculadas com o *Bacillus aryabhattai* notou-se significativo aumento da massa fresca radicular e aérea. Para Silva *et al.* (2021), o efeito foi positivo sob diferentes níveis de irrigação, obtendo-se maior massa seca da parte aérea e radicular, maior diâmetro e altura do colmo, sobressaindo-se melhor no estresse moderado. Outro autor investigou a simbiose da cana-de-açúcar, com o *Bacillus aryabhattai* e o fungo *Dictyophora indusiata*, gerando uma associação endofítica, ativando o metabolismo de flavonoides e a produção de compostos bioativos, obtendo-se uma maior produtividade (Duan *et al.*, 2024).

1.7 Uso do *Bacillus aryabhattai* em sementes de feijão carioca

A cultura do feijão, segundo Smith *et al.*, (2019), é uma das espécies mais afetadas pela exiguidade hídrica, por possuir um ciclo curto, sistema radicular raso e debilidade no aproveitamento da água em comparação a outras espécies agrícolas. Para Oliveira *et al.* (2008), os níveis de déficit são diferentes em cada estágio fenológico do feijoeiro. Além disso, pesquisas apontam que variabilidade genética também interfere significativamente na tolerância a falta de água (Rodrigues *et al.*, 2018).

Contudo, apesar de todos esses fatores reduzirem a produção do feijoeiro drasticamente, são poucas as pesquisas sobre o uso de bioinsumos para elevar os níveis de tolerância a carência hídrica. É essencial a busca de ferramentas sustentáveis que minimizem os efeitos dessa escassez, considerando promissor o consórcio da espécie com rizobactérias que auxiliem o desenvolvimento da planta, estimulando a área radicular e ampliando a capacidade da planta de tolerar períodos de estiagem (Bonilla *et al.*, 2021).

A inoculação das sementes de feijão com *Bacillus aryabhattai* verificou o cultivo sob diferentes manejos de irrigação e os resultados indicaram que houve 40% de aumento na produtividade dos grãos melhoria de 31% na eficiência do uso da água, portanto sugerem potencial aplicabilidade para cultivares sensíveis ao estresse hídrico, como o feijão carioca, desde que confirmada sua resposta em estudos específicos (Santos J. P., 2025).

A inoculação das sementes de feijão com o *Bacillus aryabhattai* em diferentes doses sob regime hídrico de 50% e 100% da evapotranspiração comprovou que com uma dose de 2 mL/kg de sementes sob irrigação plena houve acréscimo de 10% na produção, porém sob estresse hídrico foi necessário 4 mL/kg para reduzir o prejuízo, enquanto que doses superiores prejudicam o desenvolvimento das plantas, independentemente do regime hídrico (Santos, 2025).

Em outro experimento realizado com feijão em consórcio com o *Bacillus aryabhattai*, os resultados observados revelaram que a sucção de nutrientes foi elevada, assim como os mecanismos antioxidantes e o processo de fotossíntese protegendo a cultivar da deficiência de água nutrição (Abiala *et al.*, 2022).

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na estufa de cultivo protegido da UNIFEV- Centro Universitário de Votuporanga - localizado no município de Votuporanga-SP, entre os meses de maio a julho de 2025, localizado nas coordenadas geográficas 20° 24' 25.0" de Latitude ao Sul e 49° 58' 08.8" de Longitude a Oeste, com altitude de 520 m, (Figura 1):

Figura 1 - Estufa de cultivo protegido da Unifev e os vasos já prontos para plantio



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

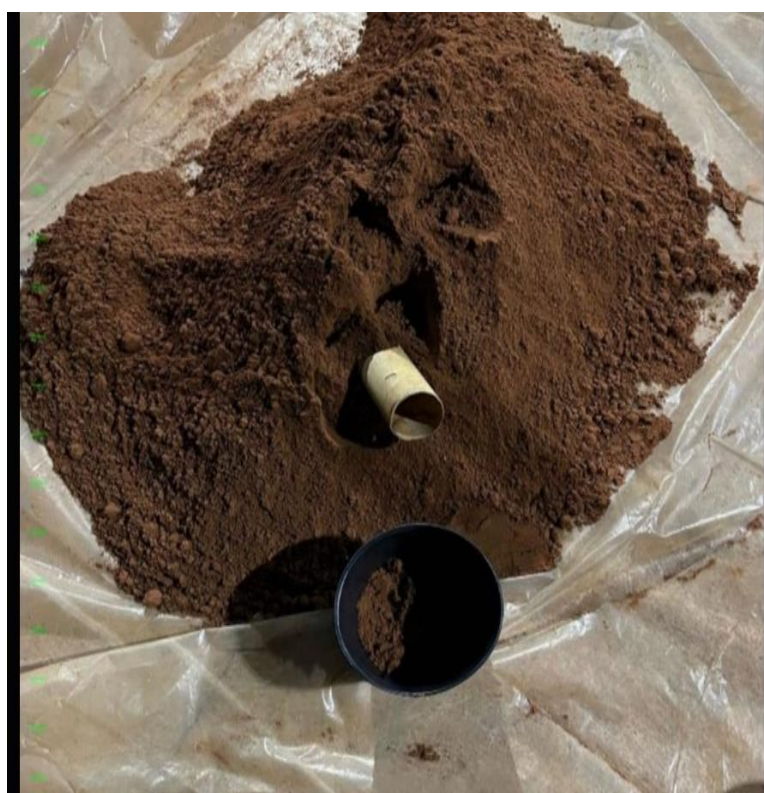
O clima de Votuporanga-SP é caracterizado como Tropical de Savana com estações de seca no inverno e verões quentes e chuvosos (Aw na classificação de Köppen, de 1936). mantendo uma temperatura média anual de 24°C, com máximas de 30°C e mínimas de 18°C, precipitação pluviométrica anual de 1448,7 mm em média, com período de chuvas mais intensas de novembro a janeiro e período de seca com déficit hídrico nos meses de junho a setembro (Alvares, 2013).

As sementes de feijão utilizadas no experimento foram fornecidas pelo posto de sementes de Fernandópolis-SP e pertencem à cultivar IAC 2051, uma variedade do grupo carioca reconhecida por apresentar menor tendência ao escurecimento dos grãos, boa resistência

a doenças e elevado potencial produtivo. Essas características tornam a cultivar amplamente recomendada para sistemas produtivos que buscam qualidade e estabilidade de rendimento (Aidar et al., 2020).

Antes de iniciar o experimento coletou-se uma amostra do solo adquirido na Distribuidora Meneguette, localizada na cidade de Parisi-SP, para análise dos parâmetros químicos para a correção do pH e possível adubação, (Figura 2):

Figura 2 - Mistura 9:1 para amostra de solo



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

De acordo com a amostra analisada no Laboratório de Análise e Ciências Agrícolas e Ambiental - Ciência em solo, foram feitas as correções seguindo as recomendações de (Ribeiro et al., 1999). Conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Caracterização química do solo, nas camadas de 0,0-0,2 m, 2025, Votuporanga-SP

P	S	MO	pH	K	Ca	Mg	Al	V
mg dm ⁻³		g dm ⁻³	(CaCl ₂)	-----	mmol _c	dm ⁻³	-----	%
0,0-0,2 m								
5,6	5	3,4	5,5	1,1	9	3	0	54,4

S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	CTC pH	S.B.
-----	mg dm ⁻³	-----		-----	mmol _c dm ⁻³	7 -----	mmol _c dm ⁻³
0,0-0,2 m							
5	0,2	0,4	6	5	1	24,1	13,1

S.B. = Soma de bases; C.T.C. = Capacidade de troca de cátions; V (%) = Porcentagem por saturação de bases.

Fonte: Laboratório de análise e ciências agrícolas e ambiental - Ciência em solo (2025).

Após a análise do solo adquirido, o mesmo foi misturado com areia na proporção 9:1, de forma homogênea, corrigido e adubado, usado para cálculo de fertilidade e necessidade de calagem (Alvarez *et al.*, 1999), (Figura 3):

Figura 3 - Mistura 9:1 para amostra de solo e método de Leonard



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Para iniciar a montagem do experimento, utilizou-se vasos plásticos com capacidade de 5 L que foram preenchidos com 900g de pedra brita nº1, (Figura 4):

Figura 4 - Vasos preenchidos com 900g de pedra



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Em seguida os vasos foram acrescidos de uma camada de bidim e 4,100 kg de solo úmido, (Figura 5):

Figura 5 - Vasos preenchidos com uma camada de Bidim



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

O delineamento em blocos inteiramente casualizados, os tratamentos em arranjo fatorial 2 x 3, sendo dois tratamentos de semente, com presença e ausência do *Bacillus aryabhattai* (Auras/NOOA BRASIL) e 3 capacidades de campo diferentes (40, 60 e 80%).

A adubação foi feita de acordo com os resultados da análise de solo, conforme recomendações do Boletim Técnico n. 100 (Van Raij, Cantarella, Quaggio & Furlani, IAC, 2022). Na adubação de plantio, utilizou-se a formulação NPK 04-14-08, na dose de 26 g vaso⁻¹. Para a adubação de cobertura, realizada 20 dias após o plantio, aplicou-se a formulação NPK 20-00-20. Conforme a Figura 6:

Figura 6 - Correções na adubação



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

A irrigação com bicos gotejadores auto-compensantes, vazão de 4,2 L.h⁻¹, (Figura 7):

Figura 7 - Montagem dos bicos gotejadores



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Além disso, utilizou-se temporizadores para controlar a frequência e tempo, (Figura 8):

Figura 8 - Temporizadores utilizados



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

A dose de água para cada tratamento foi estipulada a partir do nível de 100% da capacidade de retenção do solo (CRA) testada em laboratório.

Para determinar essa dosagem pesou-se 1kg do solo homogenizado, dividido em quatro repetições de 250g cada, utilizando uma balança de precisão. As amostras foram secadas numa estufa a 80° por 24 h e repesadas para cálculo da área do pote utilizado (Dutra *et al.*, 2012).

Após o cálculo da área de acordo com o Método de Leonard, uma garrafa PET foi cortada ao meio, a parte superior foi sobreposta sobre a inferior, mantendo o bico voltado para baixo, revestido com meia fina, em contato com a água colocada na base do recipiente. Em seguida, quatro amostras de solo seco foram dispostas na parte superior, para absorver a água a saturação, 96 horas depois foi realizado o escoamento do excesso de água. Por fim, realizou-se a pesagem e a capacidade de campo (CC) foi determinada pela diferença entre a massa do solo úmido e do solo seco, (Figura 9):

Figura 9 - Método de Leonard utilizado para cálculo de CRA



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

O caldo fermentado foi aplicado na proporção de 0,4 mL da bactéria para cada 100 g de sementes de feijão (cv. IAC 2051, variedade carioca). As sementes foram acondicionadas em saquinhos plásticos e agitadas manualmente por 30 segundos, garantindo a homogeneização do tratamento, (Figura 10):

Figura 10 - Sementes já em contato com o caldo fermentado para plantio



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

A semeadura foi realizada no dia 06/08/2025, utilizando-se três sementes em cada vaso. O plantio ocorreu em solo umedecido previamente, de acordo com a capacidade de retenção de água do mesmo. Durante o experimento, o peso dos vasos foi monitorado para que cada tratamento atingisse a capacidade de campo estabelecida, repondo-se sempre que necessário, (Figura 11):

Figura 11 - Feijões 9 dias após o plantio



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

No decorrer do ensaio monitorou-se a infestação de pragas e efetuado o controle necessário nas plantas, para isso instalou-se armadilhas com cola entomológica, (Figura 12):

Figura 12 - Armadilhas instaladas



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Foi aplicado duas etapas de óleo de NEEM[®] (azadiractina), a primeira dosagem de 20ml para 2L de água em 9 DAP e a segunda dosagem de 10ml para 1L de água em 23 DAP, intercaladas com uma aplicação de PROVADO[®] 200 SC (Imidacloprido), na dose de 500 mL g.i.a ha⁻¹, em 19 DAP, (Figura 13):

Figura 13 - Preparação do óleo de NEEM



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

O desbaste foi realizado, deixando apenas uma planta por vaso. Em 9 DAP, aplicou-se uma correção com calcário, aproximadamente 4 g por vaso. Em 20 DAP, realizou-se outra correção, desta vez com ureia, 7 g por vaso, seguida de irrigação abundante, visando garantir a absorção efetiva dos nutrientes, (Figura 14):

Figura 14 - Desbaste realizado



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Após 27 DPA, observou-se sintomas de virose transmitida por tripes no feijão, conhecida como “queima do broto”. Essa doença afeta o feijoeiro, causando curvamento e necrose do broto apical, folhas afiladas e redução do crescimento das plantas. Para evitar comprometimento dos dados já obtidos, as plantas afetadas foram retiradas dos vasos, separadas de acordo com o croqui do experimento e transportadas ao laboratório LACIN. Em seguida, foram lavadas em água corrente para avaliações posteriores, incluindo comprimento aéreo, comprimento da raiz, massa fresca aérea (MFA), massa fresca da raiz (MFR), volume da raiz, massa seca aérea (MSA) e massa seca da raiz (MSR).

Todas as plantas foram lavadas e dispostas em ordem sobre a bancada, de modo a facilitar a realização das medições e com o auxílio de uma trena mediu-se o comprimento da parte aérea e da raiz (Figura 15 e 16):

Figura 15: Amostras para medições



Figura 16: medição da parte seca da raiz



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

As partes das plantas foram transportadas gradualmente até uma balança de precisão e pesadas em um pote plástico previamente tarado, determinando o volume das raízes frescas. Posteriormente com o auxílio de uma proveta de 250 mL, para a adição de água, as raízes foram imersas, registrando-se a diferença entre o volume inicial e o volume após a imersão, (Figura 17 e 18):

Figura 17 – Pesagem da massa fresca da raiz



Figura 18 – Volume da raiz



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Efetuuou-se também a pesagem da parte aérea da planta, (Figura 19):

Figura 19 – Pesagem da massa fresca aérea



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

As partes das plantas foram separadas e identificadas por partes aérea e raiz, utilizando sacos de papel kraft. Em seguida, cada amostra foi acondicionada em seu respectivo saquinho e levada à estufa para secagem, visando a posterior pesagem da massa seca, (Figura 20 e 21):

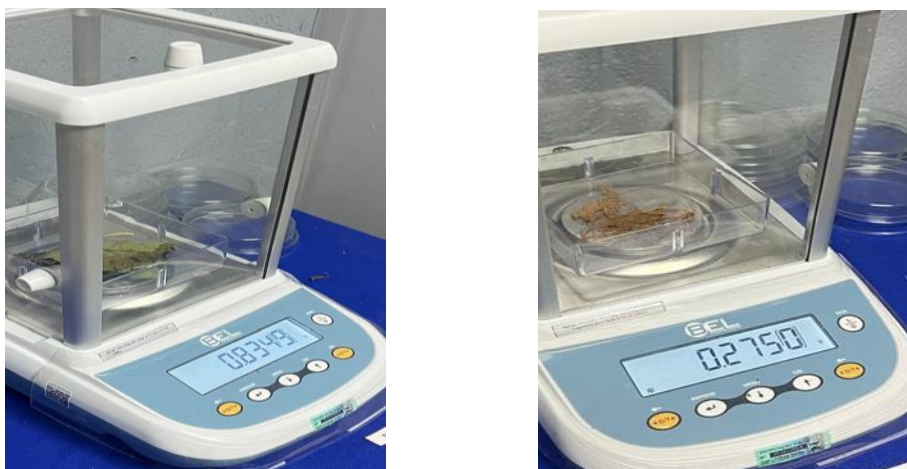
Figura 20 e 21 – Envelopes para secagem das amostras e estufa a ser utilizada



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Após secagem das amostras realizada de acordo com as orientações metodológicas do experimento, efetuou-se a repesagem das partes aérea e raiz secas, (Figura 24 e 25):

Figura 24 e 25 - Pesagem da massa seca da parte aérea e da massa seca da raiz



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Logo após a conclusão do experimento e da realização da coleta de dados avaliou-se as seguintes variáveis:

O IVE foi calculado conforme Maguire (1962), utilizando a seguinte equação:

$$IVE = \sum \left(\frac{E_i}{D_i} \right)$$

Onde:

- E_i = número de plântulas normais emergidas em cada contagem;
- D_i = número de dias decorridos entre a semeadura e cada contagem (Maguire, 1962).

Com a obtenção dos dados referentes as fórmulas anteriores, eles foram submetidos ao Teste de análise de variância (ANAVA), em sequência os resultados significativos ao teste F, foram também submetidos ao Teste de comparação de médias do tipo Tukey a 5% de probabilidade a partir do programa Sisvar (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados obtidos no experimento permitiu-se avaliar a resposta do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) à inoculação com *Bacillus aryabhattai* sob diferentes níveis de capacidade de campo. A análise de variância dos parâmetros Comprimento da Raiz (CR), Comprimento da Parte Aérea (CPA), Massa Fresca de Raiz (MFR) e Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de variância para comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa fresca da parte aérea (MFPA) do feijoeiro em função de diferentes capacidades de campo e inoculação de *Bacillus aryabhattai*. Votuporanga (SP), 2025

FV	GL	----- Parâmetros -----			
		CR cm	CPA cm	MFR mg planta ⁻¹	MFPA mg planta ⁻¹
Capacidade de campo (CC)	2	34,23 ^{n.s.}	3,97*	0,13 ^{n.s.}	10,76 ^{**}
40		16,60	12,80 b	1439	5672 b
60		16,40	14,50 ab	1321	5298 b
80		19,70	15,54 a	1291	9731 a
<i>Bacillus</i> (B)	1	5,71*	4,12 ^{n.s.}	4,54*	3,74 ^{n.s.}
com		15,60 b	13,47	1081 b	6063
sem		19,53 a	15,09	1620 a	7738
CC x B	2	0,32 ^{n.s.}	0,83 ^{n.s.}	0,89 ^{n.s.}	0,81 ^{n.s.}
DMS CC		5,10	2,49	784,4	2683,3
DMS B		3,44	1,67	528	1805,5
CV (%)		25,67	15,38	51,31	34,35
MG		17,57	14,28	1351	6900,2

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n.s. - não significativo; * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

A análise de variância indicou efeito significativo da Capacidade de Campo sobre CPA (5% de probabilidade) e MFPA (1% de probabilidade), enquanto CR e MFR não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. O teste de Tukey revelou que o maior comprimento da parte aérea foi observado em plantas submetidas a CC 80 (15,54 cm), diferindo significativamente de CC 40 (12,80 cm), enquanto CC 60 (14,50 cm) apresentou resultado intermediário. De maneira similar, a MFPA foi maior em CC 80 (9731 mg. planta⁻¹), superando CC 40 (5672 mg. planta⁻¹) e CC 60 (5298 mg. planta⁻¹). Esses resultados sugerem que níveis mais elevados de umidade do solo favorecem o desenvolvimento aéreo da planta.

O efeito do fator *Bacillus aryabhattai* apresentou resultado estatisticamente significativo no CR e MFR ambos com 5% de probabilidade. Todavia, não houve efeito significativo sobre os outros parâmetros analisados. No Teste de Tukey os maiores valores foram CR (19,53 cm) e MFR (1620 mg. planta⁻¹) comparados ao tratamento com inoculação (CR = 15,60 cm; MFR = 1081 mg. planta⁻¹). Entende-se que a presença da bactéria pode ter inibido o alongamento da raiz e a acúmulo de massa nas condições do experimento, sugerindo que sua presença prejudicou o desenvolvimento da mesma. A ausência de resposta positiva é possível, pois o desempenho das rizobactérias depende da compatibilidade com a planta e das condições ambientais, podendo gerar efeitos neutros ou até negativos (BASHAN; DE-BASHAN, 2010).

Através do Teste F analisou-se a interação da Capacidade do Campo com o *Bacillus* e notou-se que não houve resultado estatisticamente significativo para nenhum dos parâmetros. Entende-se que o efeito do *Bacillus* não afeta os diferentes níveis de Capacidade de Campo testados, assim como as dosagens da bactéria também não.

A análise de variância para MSR - Massa Seca da Raiz, MSPA - Massa Seca da Parte Aérea, VLR - Volume da Raiz e IVE - Índice de Velocidade de Emergência do feijoeiro em função de diferentes capacidades de campo com a inoculação de *Bacillus aryabhattai* e interação de ambos, pode ser observada conforme a Tabela 4:

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), volume da raiz (VLR) e índice de velocidade de emergência (IVE) do feijoeiro em função de diferentes capacidades de campo e inoculação de *Bacillus aryabhattai*. Votuporanga (SP), 2025

FV	GL	----- Parâmetros -----			
		MSR mg planta ⁻¹	MSPA mg planta ⁻¹	VLR cm ³	IVE %
Capacidade de campo (CC)	2	0,09 ^{n.s.}	7,42 ^{**}	3,77 [*]	18,76 ^{**}
40		172	818 b	2,10 b	34,9 a
60		172	851 b	3,0 ab	35,7 a
80		163	1247 a	3,38 a	19,8 b
Bacillus (B)	1	7,16 [*]	3,42 ^{n.s.}	6,94 [*]	0,55 ^{n.s.}
com		142 b	878	2,30 b	29,28
sem		196 a	1066	3,32 a	31,1
CC x B	2	0,36 ^{n.s.}	1,21 ^{n.s.}	0,91 ^{n.s.}	0,10 ^{n.s.}
DMS CC		62,25	314,20	1,20	7,42
DMS B		41,89	211,42	0,80	5,0
CV (%)		32,53	28,56	37,75	21,74
MG		169	972	2,81	30,17

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n.s. - não significativo; * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

O efeito da Capacidade de Campo foi significativo para MSPA, VLR e IVE indicando que diferentes níveis de umidade do solo afetam o crescimento da planta.

Para MSPA o maior resultado obtido foi com a CC 80 (1247 mg. planta⁻¹), que difere estatisticamente da CC 60 (851 mg. planta⁻¹) e CC 40 (818 mg. planta⁻¹). Entende-se que o nível de umidade mais elevado é mais eficiente para produzir massa seca da parte aérea.

Para VLR o maior resultado obtido foi com a CC 80 (3,38 cm³), significativamente maior que a CC 40 (2,10 cm³). Todavia a CC 60 (3,0 cm³), apresenta um resultado intermediário. Compreende-se que o maior Volume de Raiz também foi observado no nível mais alto de Capacidade de Campo (CC 80).

Para IVE obteve com a CC 40 (34,9%), na CC 60 (35,7%) que não diferiram estatisticamente entre si, mas ambos resultaram em um resultado significativamente maior do que a CC 80 (19,8%). Conclui-se que a umidade elevada prejudicou a velocidade de emergência

das plântulas. Alguns estudos apontam que o excesso de água no solo limita a difusão de oxigênio e compromete a germinação, resultando em atraso ou redução da emergência (BEWLEY; BLACK, 2013).

Para MSR não houve resultados significativos. Entende-se que os diferentes níveis de Capacidade de Campo não afetaram a produção de massa seca da raiz, nas condições testadas.

A inoculação com o *Bacillus* teve efeito significativo para MSR. No parâmetro MSR - Massa Seca da Raiz no Teste F foi significativo (7,16*), posteriormente no Teste de Tukey a maior MSR foi obtida com o tratamento sem *Bacillus* (196 mg. plant⁻¹), sendo significativamente superior ao tratamento com *Bacillus* (142 mg. plant⁻¹). Infere-se que a presença do *Bacillus* reduziu a Massa Seca da Raiz.

No parâmetro VLR - Volume da Raiz, no Teste F foi significativo (6,9 cm³), posteriormente, no Teste de Tukey, o tratamento sem *Bacillus* atingiu 3,32 cm³, sendo significativamente superior ao tratamento com *Bacillus*, com 2,30 cm³. Intenta-se que a presença do *Bacillus* também reduziu o Volume da Raiz.

Para os parâmetros de MSPA (3,42 mg. plant⁻¹) e IVE (0,55%), não houve significância. Entende-se que a inoculação com *Bacillus* não influenciou a Massa Seca da Parte Aérea nem o Índice de Velocidade de Emergência.

A interação entre Capacidade de Campo e *Bacillus* (CC×B) não foi estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis, MSR (0,36 mg. plant⁻¹), MSPA (1,21mg. plant⁻¹), VLR (0,91 cm³) e IVE (0,10 %). Entende-se que os efeitos da Capacidade de Campo e *Bacillus* é independente, pois o impacto do *Bacillus* no crescimento da raiz é o mesmo, independentemente do nível de umidade do solo, e vice-versa.

Autores realizaram experimentos semelhantes em várias culturas diferentes e atingiram resultados comparativos.

De acordo com Park *et al.*, (2017), em seu experimento com soja e o *Bacillus aryabhattai* houve um significativo crescimento das plantas, afirmando que a bactéria pode produzir ou alterar os hormônios e ajudar a manter os níveis de ácido abscísico durante momentos de estresses térmicos. Já para Mun *et al* (2024), a semente de soja inoculada com *aryabhattai* comentou o efeito expressivo no crescimento e desenvolvimento da planta e equilíbrio fisiológico das plantas, reforçando o potencial do biofertilizante capaz de reduzir a dependência de insumos químicos e favorecer uma agricultura mais sustentável.

Segundo May *et al* (2019), em seu experimento com a cultura da cana-de-açúcar, o resultado foi um aumento significativo na Massa Fresca Radicular (MFR) quando inoculada com o *Bacillus aryabhattai*.

Para Okamura (2023), ao inocular sementes de milho, na dosagem de 3 ml. kg⁻¹, observou o desenvolvimento inicial com e sem irrigação e constatou que plantas que foram tratadas e irrigadas se desenvolvem bem mais que as outras em todos os quesitos (tamanho de raiz, diâmetro do colmo e a massa fresca).

Na visão de Kiran *et al.* (2016) observaram que o uso dessa rizobactéria aumentou a produtividade do grão-de-bico em até 22% em condições de campo, devido à maior produção de ácido indolacético (AIA) e à solubilização de fósforo. Já para Chouyia *et al.* (2022), os resultados com feijão-de-corda foram semelhantes, devido a maior fixação biológica de nitrogênio e maior tolerância à seca.

Conforme Kang *et al.* (2021), o arroz demonstrou desempenho expressivo, favorecendo o desenvolvimento das raízes e reduziu os efeitos do estresse salino, promovendo maior acúmulo de biomassa em plantas submetidas a diferentes níveis de salinidade. Esse resultado está associado à produção de exopolissacarídeos e enzimas antioxidantes, que ajudam a proteger as células vegetais contra o estresse oxidativo.

Estudam de Rajendhran *et al.* (2020) verificaram que a aplicação de *B. aryabhatai* em tomateiros aumentou o peso fresco das plantas e o teor de açúcares nos frutos, indicando melhoria na qualidade final da produção.

Resultados adicionais reforçam esse padrão. Liu *et al.* (2022) observaram que a inoculação promoveu maior tolerância hídrica em plantas de trigo, com incremento na biomassa e atividade antioxidante. Já Singh e Prasanna (2020) registraram aumento do crescimento radicular em amendoim, associado à maior disponibilidade de fósforo no solo após a inoculação. Em estudos com girassol, Zhao *et al.* (2021) reportaram melhorias no acúmulo de biomassa e no teor de clorofila, atribuídas ao estímulo fisiológico e à mitigação de estresses ambientais.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que, nas condições do presente trabalho, a inoculação das sementes de feijão carioca com o *Bacillus aryabhattai* não foi positiva para o desenvolvimento inicial do feijoeiro portanto, não é indicado o uso do *Bacillus aryabhattai* nas condições testadas e que a capacidade de campo de 80% foi a que melhor proporcionou desenvolvimento positivo do feijoeiro, com destaque para o comprimento de raiz, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e volume da raiz.

REFERÊNCIAS

- ABIALA M, SADHUKHAN A, MUTHUVEL J, SHEKHAWAT RS, YADAV P, SAHOO L. Rhizosphere Priestia species altered cowpea root transcriptome and enhanced growth under drought and nutrient deficiency. **Planta**. 2022.
- AIDAR, S. T.; KLUGE, M.; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. **Cultivares de feijoeiro-comum: características agronômicas e recomendações de uso**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. (Documentos, 427).
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, R. L. F.; CANTARELLA, H.; DE PAULA, A. M. **Química do solo para cursos de graduação**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. 376 p.
- ANTIL, S., KUMAR, R., PATHAK, D. V., KUMAR, A., PANWAR, A., KUMARI, A., & KUMAR, V. On the potential of *Bacillus aryabhattai* KMT-4 against *Meloidogyne javanica*. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, 2021.
- ARRUDA, M. F. et al. **Inoculação de *Bacillus aryabhattai* em feijão carioca sob diferentes condições de umidade do solo**. Votuporanga: UNIFEV, 2025.
- BARROSO, M. L. Potencial de microrganismos na mitigação do estresse hídrico em plantas cultivadas. **Revista de Biotecnologia Agrícola**, v. 10, n. 1, p. 15–22, 2023.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth — a critical assessment. **Advances in Agronomy**, v. 108, p. 77–136, 2010.
- BELIK, W. Segurança alimentar e políticas públicas no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 1, p. 7–20, 2020. Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB.
- Bewley, J. D.; Black, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 3. ed. New York: Springer, 2013.
- BONILLA BUITRAGO, R. R.; GONZÁLEZ DE BASHAN, L. E.; PEDRAZA, R. O.; ESTRADA BONILLA, G. A.; PARDO DÍAZ, S. **Bacterias promotoras de crescimento vegetal en sistemas de agricultura sostenible**. [s.l.]: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Alimentar para a População Brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.
- CARNEIRO, J. E. S.; SOUZA, T. L. P. O. **Feijão carioca: importância socioeconômica e perspectivas de produção no Brasil**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2020.
- CASTRO E SILVA, I. P.; FERRARI, W. S. Tolerância ao déficit hídrico em sementes de soja tratadas com *Bacillus aryabhattai*. **Revista Comeia**, 2023.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Alta do feijão carioca é destaque; safra 24/25 deve crescer 1,5%. 2024.** Disponível em: <https://www.cepea.org.br>. Acesso em: 2 jun. 2025.

CHOUYIA, F. M. et al. Effects of *Bacillus aryabhattai* on growth promotion and drought tolerance in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Agricultural Research Journal**, v. 59, n. 2, p. 145–153, 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **7º Levantamento da Safra de Grãos 2024/ 2025.** Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 27 abr. 2025.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2024/2025 – 10º levantamento.** Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2025.

DIMKPA, C. O.; WEINAND, T.; FINKER, M. Pseudomonas spp. and Bacillus spp. improve plant growth under drought stress: a review. **Plant and Soil**, v. 317, n. 1-2, p. 27–41, 2009.

DUAN, Y. et al. Interaction between *Dictyophora indusiata* and *Bacillus aryabhattai* promotes growth and bioactive compounds in sugarcane via root white phenotype formation. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, 2024.

DUTRA, A. C.; SANTOS, R. F.; SANTOS, D. M. M.; LIMA, A. S. Determinação da capacidade de retenção de água em solos agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 521–528, 2012.

EMBRAPA. **Feijão: história e importância.** Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021. Disponível em: www.embrapa.br/feijao. Acesso em: 02/08/2025.

EMBRAPA. **Sistema de produção de feijão.** Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 2022. Disponível em: www.embrapa.br/feijao. Acesso em: 02/08/2025.

EMBRAPA. **Sistema de produção de feijão.** Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 2023. Disponível em: www.embrapa.br/feijao. Acesso em: 02/08/2025.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. **Leguminosas: sementes nutritivas para um futuro sustentável.** Roma: FAO, 2022.

FARAHAT, E. A.; YASSIN, M. A.; ABD-ELATEEF, H. M. Alleviation of salinity stress in wheat by ACC deaminase-producing *Bacillus aryabhattai* EWR29 with multifarious plant growth-promoting attributes. **Rhizosphere**, v. 16, p. 100277, 2020.

FERREIRA, Danilo Fontes. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FERREIRA, L. M.; SANTOS, R. P.; ALMEIDA, F. C. Utilização de microrganismos como enxertos para aumentar a resistência das plantas a estresses ambientais. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, v. 5, n. 1, p. 45–52, 2000.

FIGUEIREDO, M. V. B.; MARTINS, S. J.; LOPES, D. B.; LIMA, A. S.; MORAIS, M. B. **Biotechnology aplicada à agricultura: uso de microrganismos promotores de crescimento vegetal.** Brasília, DF: Embrapa, 2017.

FNDE – FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE**. Brasília: FNDE, 2022. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/programas/pnae>. Acesso em: 06 ago. 2025.

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. **Variedades de Feijão: o desenvolvimento do tipo carioca**. Campinas: IAC, 2020.

IBRAFE-INSTITUTO BRASILEIRO DO FEIJÃO E PULSES (IBRAFE). **A importância da irrigação na produção de feijão**. Curitiba, 10 jan. 2024. Disponível em: <https://www.ibrafe.org>. Acesso em: 06 ago. 2025.

KANG, S. M. et al. *Bacillus aryabhattai* improves salt stress tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by producing exopolysaccharides and antioxidant enzymes. **Applied Soil Ecology**, v. 168, p. 104-183, 2021.

KAVAMURA, V. N. et al. Screening of Brazilian *culturable* plant growth-promoting bacteria for drought tolerance. **Microbiological Research**, v. 168, n. 10, p. 183–191, 2013.

KAVAMURA, V. N. et al. Draft genome sequence of plant growth-promoting drought-tolerant *Bacillus* sp. Strain CMAA 1363 isolated from the Brazilian caatinga biome. **Genome Announcements**, [S. l.], v. 5, n. 5, p. 1534-16, 2017.

KIRAN, S.; MUKHERJEE, A.; RAGHUPATHY, R.; JAYARAMAN, P. Plant growth-promoting rhizobacterium *Bacillus aryabhattai* enhances chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth and yield under field conditions. **Agricultural Research Journal**, v. 53, n. 4, p. 511–518, 2016.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. v. 1.

KUMAR, A. et al. Alleviation of salt stress in wheat seedlings via multifunctional *Bacillus aryabhattai* PM34: an *in-vitro* study. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 209, p. 111829, 2021.

LIU, Y. et al. *Bacillus aryabhattai* enhances drought tolerance in wheat through antioxidant activation. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 180, p. 45–54, 2022.

MAY, André et al. Induction of drought tolerance by inoculation of *Bacillus aryabhattai* on sugarcane seedlings. **Científica, Dracena**, SP, v. 47, n. 4, p. 400–410, 2019.

MARTINS, J. P.; SILVA, C. M.; OLIVEIRA, R. L. Bioestimulantes e inoculantes no manejo de estresses abióticos em feijoeiros. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, n. 2, p. 102–115, 2020.

MDS-MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO E ASSISTÊNCIA SOCIAL, FAMÍLIA E COMBATE À FOME. **Programa de Aquisição de Alimentos – PAA**. Brasília: MDS, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/paa>. Acesso em: 06 ago. 2025.

MELO, A. F. et al. Impacto da deficiência hídrica no feijoeiro comum em diferentes estádios fenológicos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 17, n. 1, p. 1–8, 2022.

MELO, I. S.; VALARINI, P. J. Efeito de microrganismos no crescimento e desenvolvimento do pepino (*Cucumis sativus*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, n. 2, p. 273–278, 1995.

- MORAIS, A. R. Atividade de enzimas antioxidantes em soja submetida ao estresse hídrico com inoculação de *Bacillus aryabhattai*. **Revista Brasileira de Biotecnologia Aplicada**, v. 4, n. 2, p. 55–62, 2018.
- MOURA, A. B.; ROMEIRO, R. S. Promoção de crescimento em tomateiros (*Solanum lycopersicum*) por rizobactérias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1123–1129, 2000.
- MUN, B. G.; HUSSAIN, A.; PARK, Y. G.; KANG, S. M.; LEE, I. J.; YUN, B. W. The PGPR *Bacillus aryabhattai* promotes soybean growth via nutrient and chlorophyll maintenance and the production of butanoic acid. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, art. 1341993, 2024.
- PARK, S. H.; KIM, J. Y.; LEE, H. J.; KIM, S. J. Effects of *Bacillus aryabhattai* inoculation on soybean growth under drought stress conditions. **Journal of Microbial Biotechnology**, v. 9, n. 3, p. 210–218, 2017.
- OKAMURA, T. A. Effect of *Bacillus aryabhattai* inoculation on early growth and physiological traits of maize (*Zea mays* L.) under irrigated and non-irrigated conditions. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 28, n. 1, p. 77–89, 2023.
- OLIVEIRA, R. B. de et al. Níveis de déficit hídrico em diferentes estágios fenológicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 16, n. 1, p. 19–28, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/31>. Acesso em: 26 maio 2025.
- RAJENDHRAN, J.; ANANDHAM, R.; NIRMALA, P.; KUMAR, P.; MAHALINGAM, P. Influence of *Bacillus aryabhattai* on growth and quality parameters of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under field conditions. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 39, n. 3, p. 987–995, 2020.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo – 2ª aproximação**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 285 p.
- RODRIGUES, E. V. et al. Tolerância ao déficit hídrico em populações F2 de feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 15–23, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/6361>. Acesso em: 26 maio 2025.
- SANTOS, F. A.; OLIVEIRA, M. R.; CARVALHO, L. P. Efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* na biomassa radicular do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 123–130, 2017.
- SANTOS, J. P. dos **Efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* nas sementes de feijoeiro sob dois regimes hídricos**. 2025. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2025.
- SANTOS, V. H.; LIMA, D. R.; FARIAS, G. A. Alterações fisiológicas do feijão carioca sob déficit hídrico e estratégias de mitigação. **Revista Agroambiente On-line**, v. 17, n. 3, p. 55–65, 2023.

- SILVA, A. S. et al. Efeito da inoculação com *Bacillus aryabhattai* no desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 7, p. 12337-12348, 2021.
- SILVA, M. A.; SOUZA, R. A.; FERREIRA, E. P. B. Bioinsumos e agricultura sustentável: avanços e perspectivas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 15, n. 3, 2020.
- SILVA, M. J.; LIMA, T. R.; MORAES, E. L. Consumo alimentar no Brasil: hábitos e tradições regionais. **Revista Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 34, n. 1, p. 45-58, 2021.
- SMITH, M. R.; VENEKLAAS, E.; POLANIA, J.; RAO, I. M.; BEEBE, S. E.; MERCHANT, A. Field drought conditions impact yield but not nutritional quality of the seed in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **PLOS ONE**, v. 14, n. 6, 2019.
- SINGH, R.; PRASANNA, R. Phosphate-solubilizing *Bacillus aryabhattai* enhances root growth and nutrient uptake in peanut. **Rhizosphere**, v. 15, p. 100229, 2020.
- SOUZA, A. A.; ANDRADE, A. L. G. Dinâmica de preços e políticas públicas para o feijão no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 88–97, 2019.
- SOUZA, R. L.; OLIVEIRA, J. T.; MOURA, C. A. et al. Tecnologias emergentes na adaptação das culturas agrícolas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 17, n. 2, p. 58–66, 2023.
- UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2021.
- VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 1996. 285 p. (*Boletim Técnico*, 100).
- VURUKONDA, S. S. K. P. et al. Plant growth promoting rhizobacteria as biocontrol agents. **Biotechnology Advances**, v. 34, n. 2, p. 176–195, 2016.
- ZHANG, R. et al. Contribution of indole-3-acetic acid in the plant growth promotion by the rhizospheric strain *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9. **Biology and Fertility of Soils**, v. 51, p. 321-330, 2014.
- ZHAO, L. et al. Growth promotion and stress mitigation in sunflower by *Bacillus aryabhattai* inoculation. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 40, p. 1125–1136, 2021.

ANEXOS

Tabela 3 - Plantas emergidas, Votuporanga, 2025

			G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	IVE Geral	IVE (%)
CC	Bacillus	rep	11/ago	13/ago	14/ago	15/ago	19/ago	21/ago	26/ago	28/ago		
80	com	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0,08	7,69
80	com	2	0	1	1	1	1	1	1	1	0,14	14,29
80	com	3	0	1	1	1	1	1	1	1	0,14	14,29
80	com	4	0	1	1	1	1	1	1	1	0,14	14,29
80	com	5	0	2	3	3	3	3	3	3	0,41	41,07
80	sem	1	0	0	1	1	2	2	2	2	0,20	20,19
80	sem	2	0	0	1	1	2	2	2	2	0,20	20,19
80	sem	3	0	1	1	1	1	1	1	1	0,14	14,29
80	sem	4	0	0	2	2	2	2	2	2	0,25	25,00
80	sem	5	0	1	2	2	2	2	2	2	0,27	26,79
60	com	1	0	2	2	2	2	2	2	2	0,29	28,57
60	com	2	0	2	3	3	3	3	3	3	0,41	41,07
60	com	3	0	2	2	2	2	2	2	2	0,29	28,57
60	com	4	0	1	3	3	3	3	3	3	0,39	39,29
60	com	5	0	1	3	3	3	3	3	3	0,39	39,29
60	sem	1	0	1	3	3	3	3	3	3	0,39	39,29
60	sem	2	0	2	3	3	3	3	3	3	0,41	41,07
60	sem	3	0	2	2	2	2	2	3	2	0,29	29,03
60	sem	4	0	2	2	2	3	3	3	3	0,36	36,26
60	sem	5	0	2	2	2	2	3	3	3	0,35	35,24
40	com	1	0	3	3	3	3	3	3	3	0,43	42,86
40	com	2	0	1	1	1	3	3	3	3	0,30	29,67
40	com	3	0	2	2	2	2	2	2	2	0,29	28,57
40	com	4	0	2	2	2	2	2	2	2	0,29	28,57
40	com	5	0	2	3	3	3	3	3	3	0,41	41,07
40	sem	1	0	1	2	2	2	3	3	3	0,33	33,45
40	sem	2	0	3	3	3	3	3	3	3	0,43	42,86
40	sem	3	0	1	2	2	3	3	3	3	0,34	34,48
40	sem	4	0	1	2	2	2	2	2	2	0,27	26,79
40	sem	5	0	2	3	3	3	3	3	3	0,41	41,07

Fonte: Elaborado pelas próprias autoras.