

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS HIDROLÂNDIA
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**Inoculação com *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis*, associada à
embebição na emergência inicial de plântulas de café**

Yago Danilo Gonçalves de Lima

**Hidrolândia, GO
2026**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS HIDROLÂNDIA
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**Inoculação com *Priestia aryabhattai* e *Bacillus subtilis*, associada à
embebição na emergência inicial de plântulas de café**

Yago Danilo Gonçalves de Lima

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal
Goiano – Campus Hidrolândia, como
requisito parcial para a obtenção do
Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Marco Antônio Freitas

Hidrolândia – GO
Junho, 2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

D186i Danilo, Yago
Inoculação com *Priestia aryabhattai* e *Bacillus subtilis*, associada
à embebição na emergência inicial de plântulas de café / Yago
Danilo. Hidrolândia 2026.

30f. il.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Moreira de Freitas.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 1120024 -
Bacharelado em Agronomia - Hidrolândia (Campus

1. *Coffea arabica*. 2. Bioinsumos. 3. Rizobactérias. 4. Vigor de
semente. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- ☐ Tese (doutorado)
☐ Dissertação (mestrado)
☒ Monografia (especialização)
☒ TCC (graduação)

- ☐ Artigo científico
☐ Capítulo de livro
☐ Livro
☐ Trabalho apresentado em evento

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Yago Danilo Gonçalves de Lima

Matrícula:

2021211200240135

Título do trabalho:

Inoculação com *Priestia aryabhattai* e *Bacillus subtilis*, associada à embebição na emergência inicial de plântulas de café

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 25 / 08 / 2026

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Hidrolândia, Go

Local

23 / 08 / 2026

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 22/2026 - NE-HID/GE-HID/CMPHID/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos **dez dias do mês de agosto de 2026**, às 14 horas, na sala de aula I, do Bloco Pedagógico IV, do IF Goiano Campus Hidrolândia, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Marco Antonio Moreira de Freitas (presidente e orientador), Lílian Rosana Silva Rabelo (membro) e João Gabriel Moreira (membro), para examinar o trabalho de conclusão de curso intitulado "**Inoculação com *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis*, associada à embebição na emergência inicial de plântulas de café**", do estudante Yago Danilo Gonçalves de Lima, do Curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Hidrolândia. Após a abertura da sessão pública de defesa do Trabalho de Curso, pelo presidente da banca, a palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC. Posterior a esta etapa, houve arguição do estudante pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante, com média 9,6 no trabalho escrito, média 9,6 na apresentação oral, apresentando assim, média aritmética final de 9,6 pontos, para fins de trâmites de conclusão do trabalho de conclusão de curso. O estudante ficou ciente de que após atender as considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, deverá fazer a entrega da versão final corrigida em formato digital, acompanhado do termo de correção e autorização para publicação eletrônica, devidamente assinados pelo autor e orientador e o termo de declaração de submissão ao Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF). A sessão pública da defesa se encerrou às 16 horas. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)
Marco Antonio Moreira de Freitas
Presidente da Banca
Orientadora

(Assinado Eletronicamente)
Lílian Rosana Silva Rabelo
Membro

(Assinado Eletronicamente)
João Gabriel Moreira
Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marco Antonio Moreira de Freitas**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/08/2026 15:11:44.
- **Lilian Rosana Silva Rabelo**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/08/2026 18:06:03.
- **Joao Gabriel Moreira**, **GERENTE - CD4 - GAP-CMPAHI**, em 10/08/2026 18:07:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/08/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 846426

Código de Autenticação: 14d8755ecb



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Hidrolândia

Estrada São Brás KM 04 Zona Rural, SN, Zona Rural, HIDROLANDIA / GO, CEP 75340-000

(62) 9112-8719

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por ser minha fonte de força, sabedoria e discernimento em todos os momentos. Foi Ele quem me sustentou ao longo desta caminhada, guiando meus passos e concedendo-me coragem para superar cada desafio.

Aos meus pais, Alessandra e Ítalo, por todo o amor, incentivo e dedicação. Obrigado por nunca me deixarem desistir, por acreditarem em mim mesmo nos momentos mais difíceis e por fazerem tantos esforços para que este sonho se tornasse realidade. Esta conquista também é de vocês. Aos meus irmãos, Alex, Daniel, Lucas, Polyana e David, pelo carinho, pela amizade e por fazerem parte da minha caminhada, compartilhando comigo tantos momentos importantes da vida.

Aos meus avós paternos, pelo carinho e pelos valores que sempre transmitiram à nossa família. Em especial à minha avó, que desde cedo me incentivou a estudar e sempre acreditou no poder da educação como caminho para transformar vidas.

Ao meu amigo e colega de graduação, Maicon Ferreira, cuja partida deixou uma saudade imensurável. Sua determinação, sua força de vontade e sua dedicação aos estudos sempre foram fonte de inspiração para todos que tiveram o privilégio de conviver com você. Tenho a certeza de que seria um excelente engenheiro agrônomo. Sua garra e seu desejo de vencer permaneceram como exemplo durante toda a minha caminhada e também me impulsionaram a chegar até aqui.

Esta conquista também carrega um pouco da sua história.

A todos os professores, técnicos administrativos e servidores do Instituto Federal Goiano – Campus Hidrolândia, que fizeram parte da minha formação desde o Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Agropecuária até a graduação em Agronomia. Sou profundamente grato pelos ensinamentos, pelo incentivo constante e por despertarem em mim o amor pela agronomia e pela ciência, contribuindo de forma significativa para minha formação profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por sua infinita graça, por me conceder força, sabedoria e discernimento ao longo desta caminhada. Nos momentos de alegria e de dificuldade, foi Ele quem sustentou meus passos e tornou possível a realização deste sonho.

Aos meus pais, Alessandra e Ítalo, por todo o amor, apoio, incentivo e dedicação. Obrigado por acreditarem em mim em todos os momentos, por nunca permitirem que eu desistisse dos meus sonhos e por serem os maiores responsáveis por tudo o que conquistei.

Aos meus irmãos, Alex, Daniel, Lucas, Polyana e David, pelo carinho, incentivo e companheirismo ao longo desta trajetória. Em especial ao Lucas, pelo auxílio no semeio e na condução do experimento, contribuindo diretamente para a realização desta pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Marco Antônio, pela orientação, confiança, disponibilidade e pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo deste trabalho. Agradeço também por ter sido meu professor durante a graduação, contribuindo de forma marcante para minha formação acadêmica e profissional.

Ao CEBIO UTT Hidrolândia, na pessoa do professor Jacson Zuchi e do Paulo Ryan, pela disponibilização dos microrganismos utilizados na pesquisa, tornando possível a realização deste experimento.

Ao Alex Fernando e ao Lamartine de Oliveira, pela disponibilidade e generosidade em ceder as sementes utilizadas neste trabalho, contribuindo diretamente para o desenvolvimento da pesquisa.

À minha namorada, Maryana, pelo amor, incentivo, compreensão e apoio incondicional durante todas as etapas deste trabalho. Obrigado por estar ao meu lado, acreditando em mim e me motivando a seguir em frente, mesmo diante das dificuldades.

À família da Maryana, por toda a acolhida, apoio e incentivo. Em especial à sua irmã, Clarice, pelo auxílio no plantio das mudas da primeira experimentação, contribuindo de forma significativa para a execução deste estudo.

A todos os professores do Instituto Federal Goiano – Campus Hidrolândia, que fizeram parte da minha formação desde o Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Agropecuária até a graduação em Agronomia. Cada ensinamento, orientação e incentivo recebido contribuiu para minha formação profissional, científica e pessoal.

Por fim, expresso minha profunda gratidão ao Professor Bruno de Andrade, meu primeiro orientador. Foi ele quem me apresentou os princípios da experimentação científica, despertando meu interesse pela pesquisa e contribuindo de forma decisiva para minha formação como profissional. Seus ensinamentos, sua confiança e seu incentivo foram

fundamentais para que eu chegasse até aqui. Minha sincera admiração e reconhecimento por tudo o que representou em minha trajetória acadêmica.

RESUMO

LIMA, Yago Danilo Gonçalves de. Inoculação com *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis*, associada à embebição na emergência inicial de plântulas de café . Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Hidrolândia, Hidrolândia, GO, 2026.

O café (*Coffea arabica* L.) possui grande importância econômica e social para o Brasil, sendo a produção de mudas de qualidade fundamental para o estabelecimento de lavouras produtivas. As sementes de café apresentam emergência lenta e desuniforme, dificultando a formação de mudas homogêneas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da embebição em água e da inoculação com *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis* sobre a emergência e o estabelecimento inicial de plântulas de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho IAC 144. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições: testemunha (sementes secas), embebição em água, embebição + *Bacillus subtilis*, embebição + *Priestia aryabhatai*, inoculação isolada com *Bacillus subtilis* e inoculação isolada com *Priestia aryabhatai*. Foram avaliados a porcentagem de emergência, o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a porcentagem de plântulas no estágio fenológico "orelha de onça" aos 45 dias após o início da emergência. A análise de variância indicou efeito significativo para emergência e IVE. O tratamento testemunha apresentou os maiores valores (40% de emergência e IVE de 0,082), enquanto as inoculações isoladas, especialmente com *Bacillus subtilis*, proporcionaram os menores desempenhos. A associação entre embebição e *Bacillus subtilis* apresentou desempenho intermediário, aproximando-se da testemunha. Não houve diferença significativa para o estágio fenológico "orelha de onça". Conclui-se que a inoculação isolada com *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis* não promoveu incremento na emergência nem no estabelecimento inicial das plântulas, enquanto a associação entre embebição e *Bacillus subtilis* apresentou desempenho semelhante ao tratamento testemunha.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; bioinsumos; rizobactérias; vigor de semente.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Embebição das sementes de café em água	16
Figura 2 – Processo de inoculação das sementes de café com suspensão bacteriana (exemplo do tratamento com <i>Priestia aryabhattai</i>).....	17
Figura 3 – Secagem das sementes de café após a inoculação com os bioinsumos, realizada à sombra antes da semeadura.....	18
Figura 4 -Bandejas experimentais contendo as sementes de café distribuídas nas células após a semeadura.....	18
Figura 5 - Vista geral das bandejas experimentais aos 30 dias após a semeadura, evidenciando a desuniformidade na emergência das plântulas de café.....	21
Figura 6 - Plântulas de <i>Coffea arabica</i> no estágio fenológico de "palito", aos 30 dias após a semeadura.	23
Figura 7 - Plântula de <i>Coffea arabica</i> no estágio fenológico "orelha de onça", aos 45 dias após a semeadura.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem de emergência, Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Plântulas em estágio "orelha de onça" café submetidas a tratamentos pré-germinativos e inoculação com <i>Priestia aryabhattai</i> e <i>Bacillus subtilis</i>	19
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 A cafeicultura no Brasil e a importância da produção de mudas.....	10
2.2 Emergência e estabelecimento inicial de plântulas de café	11
2.3 Embebição de sementes.....	12
2.4 Rizobactérias promotoras do crescimento vegetal (PGPR).....	13
2.5 Uso de <i>Priestia aryabhattai</i> e <i>Bacillus subtilis</i> na cafeicultura.....	13
3. METODOLOGIA.....	14
3.1 Local de condução e estrutura do viveiro.....	14
3.2 Material vegetal e obtenção dos bioinsumos.....	15
3.3 Preparo dos recipientes e do substrato.....	15
3.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	15
3.5 Embebição, inoculação e semeadura.....	16
3.6 Variáveis analisadas	18
3.7 Análise estatística.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O café (*Coffea sp.*) ocupa posição de destaque na agricultura brasileira, tanto pela sua importância econômica quanto pelo impacto social da atividade. O Brasil mantém-se, historicamente, como o maior produtor mundial de café, com a cafeicultura fortemente vinculada à agricultura familiar. Na safra de 2025, a produção nacional foi estimada em cerca de 56,5 milhões de sacas colhidas em 1,85 milhão de hectares (CONAB, 2025). Dados do Ministério da Agricultura e Pecuária indicam ainda um crescimento de 4,4% na área total cultivada, alcançando aproximadamente 1,94 milhão de hectares (EMBRAPA, 2025).

Para sustentar essa cadeia produtiva, a formação de mudas de qualidade e baixo custo representa uma etapa fundamental. O desempenho inicial das plantas influencia diretamente a produtividade, a uniformidade da lavoura e sua longevidade no campo (GUIMARÃES et al., 2010). No entanto, a aquisição de mudas comerciais prontas costuma representar um custo elevado de implantação, constituindo um dos principais entraves para produtores familiares que estão iniciando ou ampliando suas lavouras. Nesse contexto, a produção própria de mudas surge como uma alternativa viável do ponto de vista econômico, podendo representar cerca de 50% do custo das mudas comerciais (MATIELLO, 2017).

Apesar dessa vantagem, a produção de mudas enfrenta limitações importantes. A emergência e o estabelecimento inicial das plântulas de café são processos fisiologicamente lentos e sensíveis, fortemente influenciados por fatores genéticos e ambientais, exigindo condições adequadas de temperatura, umidade, irrigação e manejo fitossanitário durante a fase de viveiro (ROSA et al., 2007; MARCOS FILHO, 2015). No Cerrado goiano, essa dificuldade torna-se ainda mais relevante. A região apresenta clima tropical sazonal, com períodos prolongados de seca e chuvas concentradas, o que impõe desafios adicionais ao estabelecimento e ao desenvolvimento inicial das plantas no campo (CATTELAN et al., 2024).

Diante da necessidade de acelerar a emergência e favorecer o estabelecimento inicial das plântulas, sem elevar os custos de produção, alternativas biotecnológicas têm recebido crescente atenção. Entre elas destacam-se os tratamentos pré-germinativos e a inoculação com as rizobactérias *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis*. Essas rizobactérias podem promover maior eficiência na absorção de nutrientes, favorecer o enraizamento e mitigar estresses abióticos, contribuindo para maior vigor das plântulas

(POVEDA; GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2021; LIMA, 2025).

O desenvolvimento e a validação dessas tecnologias contam com o trabalho de instituições como o Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO) do Instituto Federal Goiano, que atua em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e outras entidades de pesquisa e extensão (CEBIO, 2026). Foi nesse cenário que o presente trabalho foi desenvolvido.

Nesse contexto, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de gerar informações técnicas que auxiliem na obtenção de mudas de café de melhor qualidade, adaptadas às condições edafoclimáticas do Cerrado goiano. A utilização de bioinsumos na fase de viveiro pode representar uma estratégia sustentável para contribuir na emergência e no desenvolvimento do estágio “orelha de onça”, fornecendo subsídios técnicos para produtores e profissionais da assistência técnica.

Como objetivos específicos, o estudo buscou:

- Avaliar a porcentagem e o índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas provenientes de sementes submetidas aos diferentes tratamentos pré-germinativos e à inoculação biológica;
- Comparar o desempenho inicial das plântulas entre os diferentes tratamentos;
- Identificar o tratamento com melhor desempenho na emergência e no estágio fenológico “orelha de onça” das plântulas de café cv. Catuaí Vermelho IAC 144.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cafeicultura no Brasil e a importância da produção de mudas

A cafeicultura ocupa posição de destaque na agricultura brasileira, sendo o Brasil o maior produtor e exportador mundial de café. Na safra de 2025, a produção nacional foi estimada em aproximadamente 56,5 milhões de sacas beneficiadas, cultivadas em cerca de 1,85 milhão de hectares, demonstrando a importância econômica e social da cultura para o país (CONAB, 2025; MAPA, 2025). Além de movimentar a economia nacional, a atividade representa importante fonte de renda e geração de empregos, especialmente em propriedades de agricultura familiar.

Entre as cultivares de *Coffea arabica* L. amplamente utilizadas no país destaca-se a Catuaí Vermelho IAC 144, caracterizada pelo porte baixo, elevada produtividade e boa adaptação às condições edafoclimáticas do Cerrado brasileiro. Essas características tornam essa cultivar uma das mais utilizadas na implantação de novas lavouras.

O sucesso de uma lavoura cafeeira, entretanto, começa ainda na fase de viveiro. A utilização de mudas vigorosas e uniformes favorece o estabelecimento das plantas após o transplântio, reduz falhas no estande e contribui para a formação de lavouras mais homogêneas e produtivas. Além disso, a produção de mudas na própria propriedade representa uma alternativa para reduzir custos de implantação, principalmente entre pequenos produtores, desde que sejam adotadas práticas adequadas durante sua formação. Apesar dos avanços nas técnicas de produção de mudas, a obtenção de plântulas uniformes ainda representa um desafio para muitos viveiristas. A emergência lenta e desuniforme das sementes de cafeeiro prolonga o período de permanência das mudas no viveiro e pode comprometer a uniformidade dos lotes produzidos. Nesse contexto, compreender os fatores que influenciam a emergência e o estabelecimento inicial das plântulas torna-se fundamental para o sucesso da produção de mudas.

2.2 Emergência e estabelecimento inicial de plântulas de café

A emergência de plântulas de cafeeiro constitui uma das etapas mais importantes da produção de mudas, pois influencia diretamente a uniformidade, o vigor e o desenvolvimento inicial das plantas. Em comparação com diversas espécies agrícolas, esse processo ocorre de forma naturalmente lenta, exigindo condições ambientais adequadas para que as sementes expressem plenamente seu potencial fisiológico (GUIMARÃES et al., 2010; ROSA et al., 2007). Por esse motivo, fatores relacionados ao ambiente e ao manejo podem interferir significativamente na velocidade e na porcentagem de emergência das plântulas.

O sucesso da emergência depende da interação entre diferentes fatores ambientais e de manejo, destacando-se a qualidade do substrato, a disponibilidade hídrica e a temperatura. Um substrato com boa capacidade de retenção de água, adequada aeração e drenagem favorece o desenvolvimento inicial do sistema radicular e proporciona melhores condições para o estabelecimento das plântulas (TORRES et al., 2012). A disponibilidade hídrica é indispensável para o início da embebição das sementes, etapa em que ocorre a reativação do metabolismo, enquanto a temperatura regula a intensidade das reações fisiológicas responsáveis pela emergência e pelo desenvolvimento inicial das plântulas (MARCOS FILHO, 2015).

Na produção de mudas de café, a obtenção de um estande uniforme é um dos principais objetivos do viveirista, pois facilita o manejo no viveiro, reduz diferenças de desenvolvimento entre as plantas e contribui para a formação de lavouras mais

homogêneas após o transplântio. Nesse contexto, variáveis como a porcentagem de emergência, o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a porcentagem de plântulas no estágio fenológico conhecido como "orelha de onça" são amplamente empregadas na avaliação do desempenho fisiológico das sementes e da qualidade das mudas produzidas (BRASIL, 2009; MAGUIRE, 1962).

2.3 Embebição de sementes

A embebição consiste na absorção de água pelas sementes, constituindo a primeira etapa do processo germinativo. Durante essa fase ocorre a reidratação dos tecidos, a reorganização das membranas celulares, a ativação de enzimas hidrolíticas e a retomada do metabolismo respiratório, processos essenciais para o desenvolvimento do embrião e o estabelecimento da plântula (MARCOS FILHO, 2015).

Quando realizada de forma adequada, a embebição pode potencializar a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas, uma vez que permite a ativação antecipada de processos metabólicos indispensáveis ao crescimento vegetal. Em sementes de cafeeiro, estudos demonstram que a hidratação controlada pode contribuir para o aumento da velocidade de emergência e do vigor inicial das plântulas, embora sua eficiência dependa da qualidade fisiológica das sementes, do período de hidratação e das condições de cultivo (ROSA et al., 2007; MEIRELES et al., 2004). Por outro lado, períodos excessivos de embebição podem resultar na deterioração das sementes, aumentar a incidência de microrganismos e comprometer seu desempenho fisiológico (MARCOS FILHO, 2015).

Além dos efeitos fisiológicos, a embebição pode potencializar a aplicação de tratamentos biológicos, pois a hidratação da superfície das sementes facilita o contato entre o inoculante e o tegumento, favorecendo a adesão inicial dos microrganismos ao tegumento da semente e, conseqüentemente, o estabelecimento da interação entre as rizobactérias e a semente (POVEDA; GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2021). Por esse motivo, essa técnica tem sido utilizada como prática complementar em estudos envolvendo a inoculação de sementes, buscando potencializar a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas. Contudo, os resultados ainda podem variar conforme a espécie, a cultivar, as condições edafoclimáticas e a forma de aplicação dos microrganismos, justificando a realização de estudos em diferentes condições de cultivo do cafeeiro. Estudos com sementes de cafeeiro têm utilizado períodos de embebição de 48 a 72 horas, com resultados positivos sobre a velocidade de germinação e o vigor inicial das

plântulas (ROSA et al., 2007).

2.4 Rizobactérias promotoras do crescimento vegetal (PGPR)

As rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (*Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* – PGPR) constituem um grupo de microrganismos benéficos capazes de favorecer o desenvolvimento das plantas por diferentes mecanismos fisiológicos. Esses microrganismos promovem o crescimento vegetal, aumentando a eficiência na absorção de água e nutrientes e contribuindo para maior tolerância das plantas a condições de estresse, fatores que têm despertado crescente interesse para sua utilização na agricultura (POVEDA; GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2021).

Entre as PGPR de maior interesse agrícola destacam-se espécies pertencentes aos gêneros *Bacillus* e *Priestia* — este último anteriormente classificado como integrante do gênero *Bacillus*. Esses microrganismos apresentam elevada capacidade de sobrevivência em diferentes condições ambientais devido à formação de endósporos, característica que favorece sua estabilidade durante o armazenamento, o transporte e a aplicação em formulações comerciais de bioinsumos.

Espécies do gênero *Bacillus* destacam-se pela capacidade de produzir substâncias bioativas, especialmente fitohormônios como o ácido indolacético (AIA), que estimulam o crescimento do sistema radicular e favorecem o desenvolvimento inicial das plantas. Além disso, esses microrganismos também podem aumentar a eficiência na absorção de água e nutrientes, refletindo positivamente no crescimento vegetal (POVEDA; GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2021).

Na cultura do cafeeiro, o uso dessas rizobactérias tem despertado interesse como alternativa para promover o estabelecimento inicial das plantas e aumentar sua adaptação às condições ambientais. Ainda assim, a eficiência desses microrganismos pode variar em função da espécie bacteriana, da cultivar, das condições de cultivo e da forma de aplicação, justificando a realização de estudos que avaliem seu desempenho em diferentes sistemas de produção.

2.5 Uso de *Priestia aryabhattai* e *Bacillus subtilis* na cafeicultura

Entre as rizobactérias de maior interesse para a agricultura destacam-se *Priestia aryabhattai* (anteriormente denominada *Bacillus aryabhattai*) e *Bacillus subtilis*, espécies que têm sido amplamente estudadas pelo potencial de promover o crescimento vegetal e aumentar a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos. Em cafeeiro,

estudo conduzido por Lima (2025) demonstrou que *Priestia aryabhatai* pode contribuir para a mitigação dos efeitos do déficit hídrico, favorecendo a atividade de enzimas antioxidantes e alterações anatômicas relacionadas à conservação de água, o que pode aumentar a adaptação das plantas às condições de estresse do Cerrado goiano.

Bacillus subtilis também tem apresentado resultados promissores na promoção do crescimento vegetal, atuando na produção de fitohormônios, como o ácido indolacético (AIA), no aumento da disponibilidade de nutrientes, no controle biológico de fitopatógenos e no estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular. Esses mecanismos podem refletir positivamente na emergência, no vigor inicial e no estabelecimento das plantas (POVEDA; GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2021).

A associação entre a embebição e a inoculação de sementes representa uma estratégia que vem sendo investigada por combinar os benefícios fisiológicos da hidratação das sementes com a ação dos microrganismos benéficos. Apesar dos resultados promissores, a resposta das plantas a essa associação pode variar em função da espécie vegetal, da cultivar, das condições ambientais, do substrato e da forma de aplicação dos bioinsumos, reforçando a necessidade de validação em diferentes condições de cultivo. Embora existam estudos sobre o uso dessas rizobactérias em diferentes culturas e condições experimentais, ainda são escassas as informações sobre sua utilização associada à embebição de sementes durante a produção de mudas de cafeeiro, especialmente nas condições do Cerrado goiano.

Nesse contexto, o presente estudo foi desenvolvido para avaliar os efeitos da inoculação com *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis*, associada ou não à embebição das sementes, sobre a emergência e o estabelecimento inicial de plântulas de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho IAC 144, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre o uso desses bioinsumos na produção de mudas de café no Cerrado goiano.

3. METODOLOGIA

3.1 Local de condução e estrutura do viveiro

O experimento foi conduzido no município de Hidrolândia, Goiás. A fase de emergência e estabelecimento inicial das plântulas ocorreu em um viveiro rústico construído na própria propriedade rural, estruturado com bancadas de madeira e parcialmente cercado com tela de arame. O ambiente foi coberto com tela de sombreamento de nylon (tipo sombrite) de 50%, proporcionando proteção contra a radiação solar direta e condições adequadas para a fase de viveiro da cultura.

3.2 Material vegetal e obtenção dos bioinsumos

Foram utilizadas sementes de café da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, provenientes de lotes doados por produtores rurais parceiros. Para a inoculação, utilizaram-se cepas puras das rizobactérias *Priestia aryabhattai* e *Bacillus subtilis*. Os bioinsumos foram multiplicados e fornecidos pelo Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO), na Unidade de Transferência de Tecnologia (UTT) de Hidrolândia. O material biológico líquido foi mantido sob refrigeração até sua utilização, a fim de preservar a viabilidade dos microrganismos.

3.3 Preparo dos recipientes e do substrato

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas reutilizadas, originalmente de 98 células com volume individual de 35 cm³ por célula. Para otimizar o arranjo espacial e a organização das parcelas experimentais, as bandejas foram fracionadas em blocos de 28 células. O substrato utilizado foi preparado na própria propriedade, sendo composto por 50% de terra de barranco, 30% de esterco de curral curtido, 10% de serragem, 5% de areia lavada e 5% de carvão moído, resultando em um substrato com características adequadas ao desenvolvimento inicial das plântulas. Após a mistura dos componentes, o substrato foi peneirado para uniformizar sua granulometria e facilitar o preenchimento das células das bandejas.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

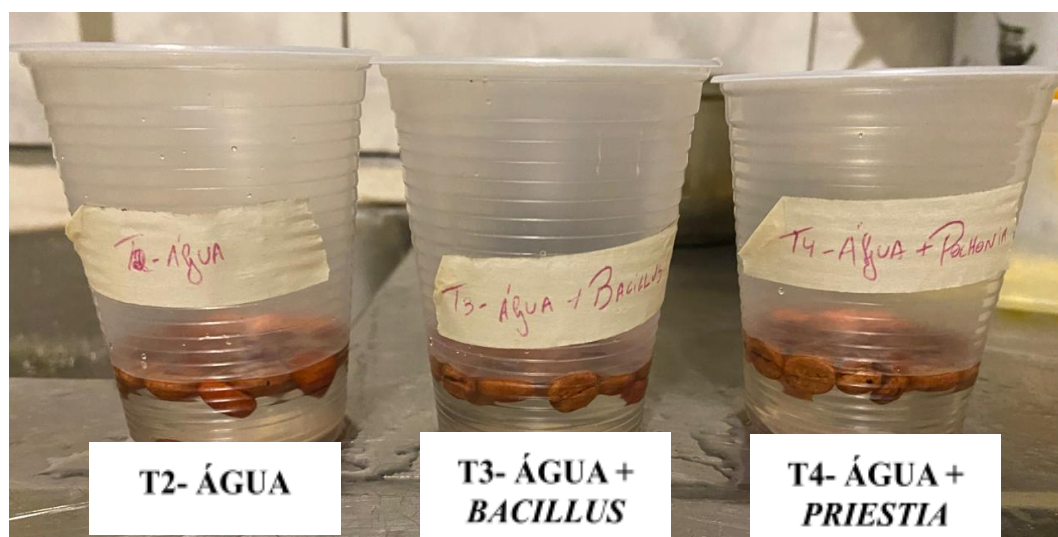
O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), composto por 6 tratamentos e 5 repetições. Cada repetição correspondeu a cinco sementes, totalizando 25 sementes por tratamento. Os seis tratamentos avaliados foram:

- **T1 (Testemunha):** Sementes secas, sem inoculação e sem embebição.
- **T2 (Água):** Sementes submetidas apenas à embebição em água.
- **T3 (Água + *Bacillus*):** Sementes submetidas à embebição em água e posterior inoculação com *Bacillus subtilis*.
- **T4 (Água + *Priestia*):** Sementes submetidas à embebição em água e posterior inoculação com *Priestia aryabhattai*.
- **T5 (*Bacillus*):** Sementes secas inoculadas com *Bacillus subtilis*.
- **T6 (*Priestia*):** Sementes secas inoculadas com *Priestia aryabhattai*.

3.5 Embebição, inoculação e semeadura

Para garantir a uniformidade do estande, separou-se um volume de 30 sementes por tratamento (contemplando uma margem de segurança de 20% para o descarte de sementes com danos físicos ou flutuantes). Nos tratamentos que exigiam embebição em água (T2, T3 e T4), as sementes foram submersas em recipientes contendo um volume de água equivalente ao dobro do volume das sementes, mantidas em embebição por 72 horas à temperatura ambiente (Figura 1), período adotado com base em estudos que apontam benefícios da pré-embebição prolongada na germinação e no vigor de sementes de café (ROSA et al., 2007; MEIRELES et al., 2004).

Figura 1 – Embebição das sementes de café em água.



Fonte: Acervo do autor (2026)

Após esse período, a água foi drenada e o excesso de umidade superficial foi removido com o auxílio de papel toalha. O processo de inoculação (T3, T4, T5 e T6) consistiu na imersão das sementes (secas ou pré-embebidas) nos respectivos bioinsumos puros.

Utilizou-se um volume de 25 mL da solução bacteriana, quantidade suficiente para cobrir totalmente as sementes no recipiente. A mistura foi homogeneizada manualmente e mantida em repouso por 20 minutos para permitir o contato inicial dos microrganismos com o tegumento (**Figura 2**).

Figura 2 – Processo de inoculação das sementes de café com suspensão bacteriana (exemplo do tratamento com *Priestia aryabhattai*).



Fonte: Acervo do autor (2026)

Posteriormente, as sementes foram retiradas dos recipientes e dispostas em camada única sobre papel toalha, em ambiente sombreado, por cerca de 1 hora. Esse procedimento favoreceu a adesão do bioinsumo à superfície das sementes, evitando o escoamento do produto e facilitando o manuseio durante a semeadura (**Figura 3**).

Figura 3 – Secagem das sementes de café após a inoculação com os bioinsumos, realizada à sombra antes da semeadura.



Fonte: Acervo do autor (2026)

Após a secagem, procedeu-se, no dia 29 de março de 2026, à sementeira manual nas bandejas previamente identificadas, utilizando-se uma semente por célula (**Figura 4**).

Figura 4 – Bandejas experimentais contendo as sementes de café distribuídas nas células após a sementeira.



Fonte: Acervo do autor (2026)

3.6 Variáveis analisadas

Para determinar o efeito dos tratamentos sobre o desempenho inicial do café, as avaliações foram iniciadas quando ocorreu a emergência da primeira plântula, em 17 de maio de 2026. A partir dessa data, o período de avaliação se estendeu por 45 dias, encerrando-se em 1º de julho de 2026, sendo avaliadas as seguintes variáveis:

- **Porcentagem de Emergência (%):** Obtida pela relação entre o número de plântulas emergidas e o número total de sementes semeadas, expressa em porcentagem ao final do período de avaliação (45 dias), calculada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (**BRASIL, 2009**);

- **Índice de Velocidade de Emergência (IVE):** Calculado a partir das contagens de plântulas emergidas realizadas aos 15, 30 e 45 dias após o início da emergência, conforme cronograma experimental, utilizando-se a fórmula proposta por **Maguire (1962)**.
- **Abertura cotiledonar (estádio de "orelha de onça"):** Avaliada aos 45 dias, registrando-se a porcentagem de plântulas que já apresentavam os cotilédones totalmente abertos e expandidos.

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis avaliadas. Quando constatado efeito significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software *Sisvar*, versão 5.8 (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito significativo dos tratamentos para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) ($p = 0,0339$) e para a porcentagem de emergência ($p = 0,0215$). Em contrapartida, não foi verificado efeito significativo sobre o número de plântulas no estágio “orelha de onça” ($p = 0,1982$). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (**Tabela 1**).

Tabela 1. Porcentagem de emergência, Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Plântulas em estágio "orelha de onça" café submetidas a tratamentos pré-germinativos e inoculação com *Priestia aryabhatai* e *Bacillus subtilis*. Hidrolândia-GO, 2026.

Tratamento	Emergência (%)	IVE	Plântulas em estágio "orelha de onça" (nº médio)
Testemunha	40,00 a	0,082 a	0,60 a
Água	28,00 a	0,049 a	0,40 a
Água + <i>Priestia</i>	16,00 a	0,020 b	0,00 a
Água + <i>Bacillus</i>	24,00 a	0,058 a	0,40 a
<i>Priestia</i>	24,00 a	0,033 b	0,20 a
<i>Bacillus</i>	8,00 a	0,018 b	0,00 a
p-valor	0,0215	0,0339	0,1982

CV (%)	57,5	74,63	160,57
--------	------	-------	--------

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de Variação.

Os coeficientes de variação (CV) foram elevados para todas as variáveis analisadas, correspondendo a 74,63% para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), 57,50% para a porcentagem de emergência e 160,57% para o número de plântulas no estágio "orelha de onça". Esses valores podem ser atribuídos, em parte, à germinação lenta e desuniforme característica das sementes de café, bem como ao reduzido número de sementes por parcela experimental. No caso da variável "plântulas no estágio orelha de onça", o elevado CV também está relacionado às baixas médias observadas e à ocorrência de parcelas sem plântulas nesse estágio, condição que tende a aumentar o coeficiente de variação. Dessa forma, parte da variabilidade observada pode ser atribuída às características da variável avaliada e do material vegetal, e não exclusivamente aos tratamentos empregados (**Figura 5**).

Figura 5 – Vista geral das bandejas experimentais aos 30 dias após a semeadura, evidenciando a desuniformidade na emergência das plântulas de café.



Fonte: Acervo do autor (2026)

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) é um dos principais indicadores do vigor de sementes, pois expressa a rapidez com que ocorre a emergência das plântulas, sendo um parâmetro importante para avaliar o estabelecimento inicial e a uniformidade na formação de mudas. No presente experimento, os tratamentos com inoculação isolada de *Bacillus subtilis* (0,018), *Priestia aryabhattai* (0,033) e a combinação Água + *Priestia aryabhattai* (0,020) apresentaram os menores valores de IVE. Essas médias diferiram estatisticamente do tratamento testemunha (0,082) e de Água + *Bacillus* (0,058) pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (**Tabela 1**).

O fato de o tratamento testemunha apresentar o maior IVE merece destaque, uma vez que contraria a hipótese inicial deste estudo de que a inoculação com rizobactérias promoveria incremento na velocidade de emergência das sementes. Esse resultado indica que, nas condições experimentais deste estudo, a inoculação isolada não promoveu incremento na velocidade de emergência. Tal comportamento evidencia que os efeitos de rizobactérias promotoras de crescimento

não são universais, podendo variar em função da cultivar utilizada, da concentração do inoculante, do método de aplicação, das condições ambientais e da compatibilidade entre microrganismo e hospedeiro. Resultados semelhantes foram observados por Alvarez-Arista (2022), que, ao avaliar a inoculação com *Bacillus subtilis* em cafeeiro, verificou superioridade do tratamento controle durante a fase inicial de germinação. Dessa forma, a ausência de resposta positiva não deve ser interpretada como ineficiência definitiva dos bioinsumos, mas como indicativo de que sua eficácia depende das condições específicas de utilização e do protocolo de aplicação empregado.

Um resultado particularmente interessante do presente estudo foi a resposta observada na combinação de embebição em água com inoculação de *Bacillus subtilis*. Enquanto os tratamentos com inoculação isolada apresentaram menores valores de IVE, a associação com o pré-tratamento hídrico resultou em valores intermediários. Resultados semelhantes foram relatados em estudos com condicionamento fisiológico de sementes antes da inoculação de PGPR, nos quais a embebição prévia favoreceu o estabelecimento da interação microrganismo-hospedeiro e atenuou efeitos negativos iniciais (Poveda & González-Andrés, 2021).

Uma possível explicação para esse comportamento é que a embebição tenha iniciado o metabolismo da semente, criando condições mais favoráveis para a colonização inicial da superfície das sementes pelas bactérias. Embora não tenha superado a testemunha, esse resultado indica que o condicionamento hídrico pode influenciar a resposta das sementes à inoculação e merece ser melhor investigado. Do ponto de vista prático, esse achado indica que a simples inoculação das sementes pode não ser suficiente para promover ganhos imediatos na emergência, sugerindo que a associação entre inoculação e condicionamento hídrico merece ser investigada em protocolos de produção de mudas. Entretanto, estudos adicionais avaliando diferentes tempos de embebição, concentrações bacterianas e condições ambientais são necessários para compreender os mecanismos responsáveis por esse comportamento e otimizar sua aplicação na produção de mudas de café (**Figura 6**).

Figura 6 – Plântulas de *Coffea arabica* no estágio fenológico de "palito", aos 30 dias após a semeadura.



Fonte: Acervo do autor (2026)

Apesar da significância observada na análise de variância para a porcentagem de emergência ($p = 0,0215$), o teste de Scott-Knott não agrupou as médias em classes distintas. Esse resultado indica que, embora tenha sido detectado efeito global dos tratamentos, a elevada variabilidade experimental dificultou a discriminação estatística entre as médias individuais. Ainda assim, observou-se que o tratamento testemunha apresentou o maior percentual absoluto de emergência

(40%), enquanto a inoculação isolada com *Bacillus subtilis* resultou no menor valor (8%). Esses resultados sugerem uma tendência de resposta dos tratamentos sobre a emergência, embora não permitam afirmar diferenças consistentes entre as médias nas condições experimentais avaliadas.

A ausência de diferenças significativas para o número de plântulas no estágio ‘orelha de onça’ indica que os tratamentos não exerceram influência expressiva sobre a passagem para esse estágio fenológico durante o período avaliado (45 dias após o início da emergência). Cabe destacar que a avaliação limitou-se a esse indicador de estabelecimento inicial, não contemplando outras variáveis de crescimento (altura, número de folhas, biomassa etc.). É possível que os efeitos fisiológicos decorrentes da inoculação, caso ocorram, manifestem-se em fases posteriores do crescimento, quando o sistema radicular já estiver mais desenvolvido e a interação entre planta e microrganismos se tornar mais intensa. Além disso, o período de avaliação de 45 dias pode não ter sido suficiente para evidenciar diferenças consistentes nessa variável. Nessa fase do desenvolvimento, as reservas da própria semente ainda exercem influência significativa sobre o crescimento inicial das plântulas, podendo mascarar possíveis efeitos da inoculação (**Figura 7**). Trabalhos recentes com essas mesmas rizobactérias em cafeeiro corroboram essa dinâmica, demonstrando ganhos significativos em biomassa radicular, eficiência nutricional e tolerância a estresses hídricos a partir de 60–90 dias de cultivo (Freitas et al., 2025; Lima, 2025; Silva & Gonçalves Júnior, 2022).

Figura 7 – Plântula de *Coffea arabica* no estágio fenológico "orelha de onça", aos 45 dias após a semeadura.



Fonte: Acervo do autor (2026)

Entre as limitações do estudo destacam-se o número reduzido de sementes por parcela experimental, a avaliação restrita à fase inicial (45 dias), o uso de apenas uma cultivar e a aplicação de apenas uma concentração de cada inoculante, fatores que limitam a extrapolação dos resultados. Também não foram avaliadas variáveis biométricas, como comprimento radicular, massa seca e diâmetro do colo, que poderiam revelar respostas fisiológicas adicionais. Em conjunto, essas limitações provavelmente contribuíram para a elevada variabilidade experimental observada, situação comum em estudos com sementes de café devido à heterogeneidade fisiológica desse material propagativo (MARCOS FILHO, 2015).

De maneira geral, os resultados obtidos demonstram que a resposta fisiológica das sementes de café aos tratamentos pré-germinativos e à inoculação com *Priestia aryabhattai* e *Bacillus subtilis* depende das condições de aplicação, da espécie bacteriana, da interação entre microrganismo e hospedeiro e das condições de cultivo, podendo variar entre diferentes experimentos e ambientes (POVEDA; GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2021; LIMA, 2025). Nas condições experimentais deste estudo, a inoculação isolada não promoveu incrementos na velocidade de emergência nem no estabelecimento inicial das plântulas, enquanto a associação entre embebição e *Bacillus subtilis* apresentou desempenho semelhante ao tratamento testemunha, indicando que o protocolo de aplicação constitui um fator determinante para a eficiência dos bioinsumos. Esses resultados reforçam que o potencial agrônomo das rizobactérias promotoras de crescimento em sementes de café está relacionado não apenas à espécie bacteriana utilizada, mas também à estratégia de aplicação adotada, ressaltando a necessidade de novos estudos que integrem aspectos microbiológicos, fisiológicos e agrônômicos para otimizar o uso desses bioinsumos na formação de mudas de café.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação de sementes de café arábica L. cv. Catuaí Vermelho IAC 144 com *Priestia aryabhattai* e *Bacillus subtilis*, quando realizada de forma isolada, não proporcionou aumento na velocidade de emergência nem no estabelecimento inicial das plântulas. A associação entre a embebição das sementes e a inoculação com *Bacillus subtilis* apresentou desempenho semelhante ao tratamento testemunha para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE).

Do ponto de vista da produção de mudas, os resultados indicam que a utilização desses bioinsumos deve ser baseada em critérios técnicos, pois a inoculação das sementes, por si só, não garantiu melhoria no desempenho inicial das plântulas nas condições avaliadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **2º Levantamento de café: safra**

2026. Brasília, DF: Conab, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/2o-levantamento-de-cafe-safra-2026/2o-levantamento-de-cafe-safra-2026>.

Acesso em: 9 jul. 2026.

CATTELAN, M. et al. **Mapping Climatic Regions of the Cerrado: General Patterns and Future Change**. International Journal of Climatology, 2024. DOI: 10.1002/joc.8670.

DELGADO-TORRES, Noe Antonio; CHUMACERO-ACOSTA, Julio Santiago; RODRIGUEZ-PEREZ, Luis Eduardo; TUESTA-CASIQUE, Angel; ALVAREZ-ARISTA, Yuleisdy. *Bacillus subtilis* como promotor de crecimiento en el cultivo de café (*Coffea arabica*). **Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas**, v. 1, n. 2, e345, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51252/reacae.v1i2.345>.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Safra dos Cafés do Brasil foi estimada em volume físico total equivalente a 55,2 milhões de sacas de 60 kg em 2025**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa/busca-de-noticias/-/noticia/102963052/safra-dos-cafes-do-brasil-foi-estimada-em-volume-fisico-total-equivalente-a-552-milhoes-de-sacas-de-60kg-em-2025>. Acesso em: 9 jul. 2026.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de Análise de Variância**. Versão 5.8. Lavras: UFLA, 2019.

FREITAS, M. A. de P. et al. Microrganismos eficientes na qualidade de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*). **Revista Delos**, v. 18, n. 66, e4607, 2025.

GUIMARÃES, R. J. et al. **Cafeicultura**. Lavras: Editora UFLA, 2010.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO. Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO). **Bioinsumos on farm: alternativas mais sustentáveis e econômicas na atividade rural**. Hidrolândia, GO: UTT/Campus Hidrolândia, [2026?]. Folheto técnico.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO. **Manual de instruções para organização e apresentação do trabalho de conclusão de curso para o curso de bacharelado**

em **Agronomia do IF Goiano – Campus Hidrolândia**. Hidrolândia, GO: IF Goiano, 2024.

LIMA, Amanda Martins. **Uso de *Bacillus aryabhattai* no cafeeiro como estratégia de mitigação dos efeitos do déficit hídrico**. 2025. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2025. Disponível em: Repositório Institucional da UFLA. Acesso em: 10 jun. 2026.

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

MARCOS FILHO, Julio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2015. 600 p.

MATIELLO, J. B. **Conheça as vantagens de produzir mudas de café nas fazendas**. CaféPoint, 2017. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/conheca-as-vantagens-de-produzir-mudas-de-cafe-nas-fazendas-105784/>. Acesso em: 28 jul. 2026.

MEIRELES, R. C. et al. Efeito do hipoclorito de sódio e da embebição em água na qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2004.

POVEDA, J.; GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. *Bacillus* as a source of phytohormones for use in agriculture. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 105, n. 23, p. 8629-8645, 2021. DOI: 10.1007/s00253-021-11492-8.

ROSA, S. D. V. F. et al. Pré-embebição: efeitos na germinação e qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1329-1336, 2007.

SILVA, Y. K. de L.; GONÇALVES JÚNIOR, I. B. Use of *Bacillus aryabhattai* in coffee seedlings to mitigate the effects of water deficit. In: **OPEN SCIENCE RESEARCH III**. Guarujá: Editora Científica Digital, 2022. cap. 19, p. 195-203. DOI: 10.37885/220308305.

TORRES, A. J. et al. Emergência de plântulas de cafeeiro em substratos de resíduos

agroindustriais. **Revista Agrogeoambiental**, 2012.