



INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DO *Bacillus aryabhattai* VIA TRATAMENTO DE SEMENTES NA CULTURA DA SOJA SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO

Henrique Trevisan ¹, Igor Guizzo ¹, Lucas Gorczewski ¹, Mateus Tigre ¹, Vitor Caldato¹,
Anderson Scalvi Sommer ¹

¹Atitus Educação, Passo Fundo, Brasil (henrique12458363@gmail.com)

Resumo: Objetivou-se avaliar os efeitos da inoculação com *Bacillus aryabhattai* no desempenho fisiológico de plântulas submetidas ao estresse hídrico. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2×2 , com e sem inoculação e com e sem estresse induzido por PEG 6000. O estresse reduziu o desempenho das plântulas, enquanto a inoculação favoreceu o crescimento radicular. Estudos em períodos mais longos são necessários para avaliar seu potencial na mitigação do estresse hídrico.

Palavras-chave: *Glycine max*; PEG 6000; fisiologia do estresse; inoculação.

INTRODUÇÃO

Agricultura é uma atividade econômica com objetivo de realizar o cultivo de espécies vegetais, com finalidade de obter alimentos e matérias primas para diferentes usos. Tratando-se de uma atividade de extrema importância para a população, especialmente por estar diretamente relacionada a alimentação (Alves, 2013).

Caracterizada por ser uma das atividades de maior importância econômica nacional, a agricultura brasileira se destaca em âmbito mundial por suas altas quantidades de produções, vasto território em cultivo, com possibilidade de até 3 safras anuais entre outros fatores que fazem da agricultura brasileira ser destaque mundial, sendo responsável por grande parte das exportações (Ipea, 2020).

Representando 29,4% do PIB brasileiro em 2025, as atividades agrícolas vêm apresentando ritmo crescente e contínuo, buscando cada vez mais aumentar seus números, como produção, exportações e geração de produtos derivados. Esse desempenho está fortemente associado às principais commodities como soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*), entre outros (Cepea, 2025).

Para alcançar níveis produtivos cada vez mais elevados, a agricultura tem buscado alternativas para suprir as necessidades do campo, tais como novas tecnologias, defensivos agrícolas, adubação, entre outros (Agricultura, 2022).

Um dos fatores primordiais que limita as altas produtividades das safras está relacionado às condições climáticas, em especial a deficiência hídrica. A redução da precipitação acumula perdas de

aproximadamente 160 milhões de toneladas de soja no Brasil entre as safras 2014/15 e 2023/24, abrangendo estados chave como RS, PR, MT, MS e GO. O prejuízo financeiro estimado em uma década de estimativas supera US\$80 bilhões (Mainardes, 2024).

A escassez hídrica caracteriza-se pela insuficiência na quantidade de água disponível no solo para suprir as necessidades das plantas, afetando seu metabolismo causando deficiências com falta de extração nutricional, morte de plantas, amarelamento e murcho de folhas, aumento de pragas e doenças, diminuição do enchimento de grãos, ocasionando a redução na produtividade (Fernandes, 2024).

Perante tais fatos, o setor agrícola tem buscado alternativas que minimizem os riscos e as perdas decorrentes de estresse hídrico. Nesse contexto, a bactéria *Bacillus aryabhattai* surge como um bio-insumo que pode proporcionar uma maior tolerância ao estresse hídrico. Ao colonizar o sistema radicular das plantas sob condições de falta de água, produzem substâncias que hidratam as raízes, conhecidas como exopolissacarídeos, também estimulando a produção de um sistema radicular mais ativo e profundo, com maior volume de radículas, proporcionando maior absorção de água (Lima, 2023).

A disponibilidade hídrica é um dos principais fatores para o bom desenvolvimento da cultura da soja, especialmente nas fases iniciais do ciclo. Durante a germinação e a emergência, a falta de água no solo pode comprometer a absorção de água pelas sementes, reduzindo a velocidade e a uniformidade da emergência das plântulas. Como consequência, ocorre diminuição do estande de plantas e

desuniformidade na lavoura, fatores que prejudicam o estabelecimento inicial da cultura e podem resultar em perdas de produtividade ao longo do ciclo (Conceição, 2023).

Perante este cenário, este trabalho tem por objeto avaliar o efeito da bactéria *Bacillus aryabhattai*, através da inoculação via tratamento de sementes, durante a fase de germinação e formação de plântulas sob condições de deficiência hídrica na cultura da soja (*Glycine max*).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Práticas Integradas 3 da Atitus, no Campus do Agronegócio. Foi utilizada a cultivar de soja 56IX58RSF TF I2X (Titanium). As sementes foram fornecidas pela Sementes Bertax (Sementes Butiá).

O presente trabalho foi conduzido sob esquema fatorial de 2 X 2, onde o primeiro fator corresponde com e sem estresse hídrico (CE: com estresse ocasionado por PEG 6000; SE: sem estresse – H₂O), e o segundo fator com e sem tratamento de semente com inoculante (ST: sem inoculante; CT: com inoculação – *Bacillus aryabhattai*). Cada combinação de tratamento foi conduzida com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais.

O tratamento de sementes foi realizado antes da instalação do experimento. A inoculação com *Bacillus aryabhattai* foi realizada com 5 ml/kilograma de sementes e na sequência as sementes foram homogeneizadas manualmente até completa cobertura. Após o tratamento das sementes foi realizado a montagem dos testes em Papel Germitest.

Utilizou-se 20 sementes por repetição, distribuídas de forma equidistantes em duas fileiras na porção superior do papel. Ambas as análises, com duas repetições, onde o substrato utilizado foi Papel Germitest® umedecido 2,5 vezes o seu peso seco com água destilada para a testemunha e 2,5 vezes o peso do papel seco com a solução de Polietilenoglicol (PEG 6000). O PEG 6000 foi utilizado por sua alta massa molecular, que limita a absorção de água pelas raízes, promovendo redução do potencial osmótico da solução sem efeitos tóxicos diretos às plantas.

A avaliação do efeito da inoculação com *Bacillus aryabhattai* na cultivar de soja 56IX58RSF TF I2X, foi realizada por meio de variáveis de crescimento: comprimento do hipocótilo (CH), comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento total da planta (CTP), e as respectivas massas secas: massa seca do hipocótilo (MSH), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca total da plântula (MSTP). Para determinação da massa seca, o material vegetal foi

acondicionado em sacos de papel e seco em estufa a 45 °C por 7 dias até massa seca ficar constante.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, sendo após submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, através do programa estatístico Sisvar®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) indicou que não houve interação significativa entre os fatores tratamento de sementes e estresse hídrico para as variáveis analisadas. Portanto, os fatores foram avaliados e discutidos de maneira isolada.

O primeiro fator analisado corresponde ao efeito da inoculação das sementes de soja com a bactéria *Bacillus aryabhattai* (Figura 1).

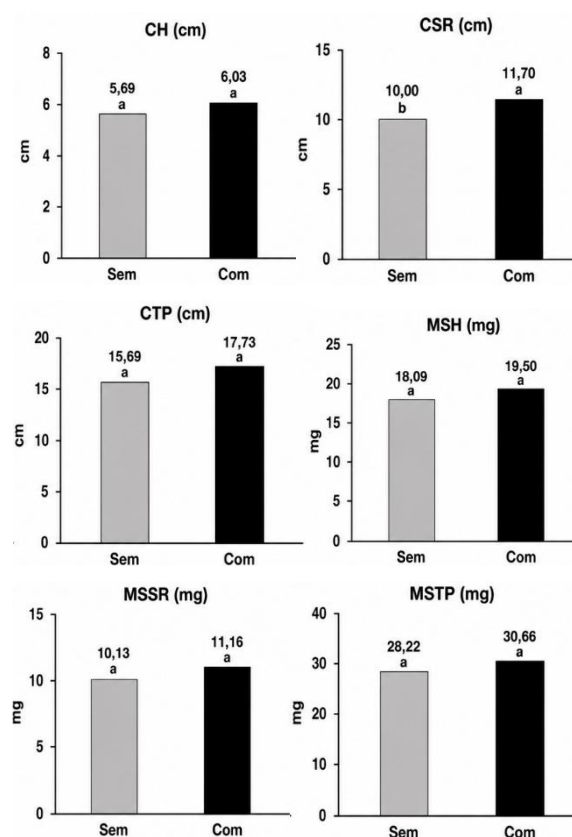


Figura 1. Variáveis de crescimento: comprimento do hipocótilo (CH), comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento total da planta (CTP) em centímetros (cm), e massas secas correspondentes: massa seca do hipocótilo (MSH), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca total da plântula (MSTP).

A inoculação das sementes com *Bacillus aryabhattai* promoveu um incremento significativo apenas no

comprimento do sistema radicular (CSR) (Figura 1), indicando que a presença da bactéria atua estimulando o alongamento das raízes nessa fase inicial. Essa resposta isolada corrobora achados de Silva e Silva (2023), que também observaram estímulo no crescimento radicular inicial em sementes de soja inoculadas.

Contudo, por se tratar de um teste inicial em papel Germitest (curto período experimental), nota-se que os efeitos sobre o acúmulo de biomassa seca (MSH, MSSR e MSTP) ainda não se manifestaram de forma estatisticamente significativa (Figura 1). Esse comportamento inicial justifica-se pelo tempo necessário para que a colonização bacteriana se estabeleça e passe a expressar respostas sistêmicas na planta, sugerindo a necessidade de trabalhos futuros com maior tempo de condução para avaliar as atividades e benefícios da inoculação a longo prazo (Liu et al., 2025).

O segundo fator avaliado isoladamente corresponde aos efeitos do estresse hídrico simulado por PEG 6000 (Figura 2).

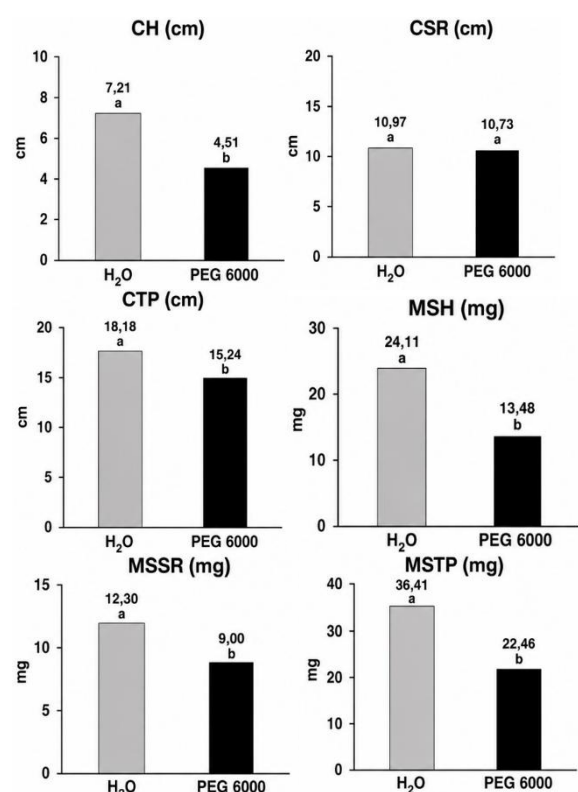


Figura 2. Variáveis de crescimento: comprimento do hipocótilo (CH), comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento total da planta (CTP) em centímetros (cm), e massas secas correspondentes: massa seca do hipocótilo (MSH), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca total da plântula (MSTP)

O estresse hídrico afetou negativamente a maior parte das variáveis estudadas, reduzindo significativamente o comprimento do hipocótilo (CH) e total (CTP), além de provocar decréscimos acentuados na massa seca do hipocótilo (MSH), do sistema radicular (MSSR) e total da plântula (MSTP) (Figura 2).

É importante destacar que, nesta fase inicial de desenvolvimento, as plântulas encontram-se em estágio heterotrófico, dependendo exclusivamente das reservas energéticas cotiledonares e não da absorção de nutrientes do meio externo. No entanto, a restrição hídrica severa imposta pelo PEG 6000 limita drasticamente a embebição e absorção de água pela semente. Sem água suficiente, os processos bioquímicos de hidrólise e mobilização dessas reservas cotiledonares para os eixos embrionários são prejudicados, o que compromete o vigor, a expansão celular e o estabelecimento inicial das plântulas (Conceição, 2023).

De modo geral, a inoculação das sementes com *Bacillus aryabhattai* promoveu incremento significativo no comprimento do sistema radicular (CSR), evidenciando o potencial da bactéria em estimular o crescimento das raízes. Esse comportamento é particularmente importante em situações de limitação hídrica, uma vez que sistemas radiculares mais desenvolvidos aumentam a capacidade de exploração do solo e a absorção de água. Além disso, observou-se tendência de aumento no comprimento total da plântula quando associada à inoculação, indicando um efeito positivo sobre o desenvolvimento inicial das plantas (Dressler, 2025; Mun et al., 2024).

Em relação ao estresse hídrico induzido por PEG 6000 houve redução significativamente do comprimento do hipocótilo e total da planta, e a produção de biomassa através das variáveis mensuradas: massa seca do hipocótilo, sistema radicular e total da planta, evidenciando os efeitos negativos da restrição hídrica sobre o desenvolvimento inicial das plântulas.

CONCLUSÃO

Nas condições de estudo, a inoculação de sementes com *Bacillus aryabhattai* não apresenta evidências de atenuar os efeitos do estresse hídrico durante a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas. Entretanto, a inoculação promove maior comprimento do sistema radicular.

O estresse hídrico reduz o crescimento e o acúmulo de biomassa das plântulas, evidenciando seus efeitos negativos nas fases iniciais de desenvolvimento.

Novos estudos são necessários para avaliar diferentes condições de inoculação, níveis de estresse hídrico, genótipos e maior tempo de desenvolvimento das plantas após a semeadura, visando esclarecer o



potencial de *Bacillus aryabhattai* na indução de tolerância ao déficit hídrico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa MAGRÃO AGRO, de Lagoa Vermelha/RS, pelo fornecimento do inoculante *Bacillus aryabhattai*, o que viabilizou a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

AGRORECEITA. Aplicação de defensivos agrícolas. Disponível em: <https://agoreceita.com.br/aplicacao-de-defensivos-agricolas/>. Acesso em: 15 abr. 2026.

CEPEA. PIB do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <https://cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 8 abr. 2026.

CONCEIÇÃO, Ana Michele Pereira da. Deficiência hídrica em plantas de soja em função da época de aplicação do estresse hídrico e presença de protetor térmico nas folhas. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-03082023-092434/>. Acesso em: 15 abr. 2026.

DRESSLER, A. L. Eficácia da inoculação e coinoculação de bactérias na semente e por pulverização na cultura da soja. Revista Observatório de la Economía Latinoamericana, v. 23, n. 2, 2025. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/11773>. Acesso em: 29 jun. 2026.

FERNANDES, Déborah. Estresse hídrico: o que é, causas e como lidar? Nutrição de Safras, 19 set. 2024. Disponível em: <https://nutricaoadesafras.com.br/estresse-hidrico>. Acesso em: 8 abr. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Análise de políticas públicas e uso de evidências pelas burocracias: proposta de um modelo analítico para exploração das fontes que informam as políticas públicas no caso brasileiro. Brasília: Ipea, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/86540230-92ef-4c8a-a638-258c43378d54>. Acesso em: 15 abr. 2026.

LIMA, Eliana. Tecnologia extremamente eficaz para reduzir os efeitos da seca estará na Agrotins 2023.

Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/80517886/tecnologia-extremamente-eficaz-para-reduzir-os-efeitos-da-seca-estara-na-agrotins-2023>. Acesso em: 8 abr. 2026.

LIU, Kewei; DENG, Fenglin; ZENG, Fanrong; CHEN, Zhong-Hua; QIN, Yuan; CHEN, Guang. Plant growth-promoting rhizobacteria improve drought tolerance of crops: a review. Plant Growth Regulation, v. 105, p. 567-581, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10725-025-01300-y>. Acesso em: 23 jun. 2026.

MAINARDES, Carolina. Seca levou a perdas de US\$ 80 bilhões na soja em uma década. 2024. Disponível em: <https://globo rural.globo.com/agricultura/soja/noticia/2024/12/seca-levou-a-perdas-de-us-80-bilhoes-na-soja-em-uma-decada.ghtml>. Acesso em: 23 maio 2026.

MUN, Bong-Gyu et al. O PGPR *Bacillus aryabhattai* promove o crescimento da soja por meio da manutenção de nutrientes e clorofila e da produção de ácido butanóico. Frontiers in Plant Science, v. 15, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2024.1341993>. Acesso em: 29 jun. 2026.

SILVA, Igor Pereira de Castro e; SILVA, Wellington Ferrari da. Tolerância ao déficit hídrico na germinação de sementes de soja tratadas com *Bacillus aryabhattai*. Revista Cerrado Agrociências, v. 14, 2023. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/cerradoagrociencias/article/view/5149>. Acesso em: 23 jun. 2026.