



BIOINSUMOS NA SOJICULTURA: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS DO DÉFICIT HÍDRICO

Joice Micaela Portugal^{1*}, Aداuton Vilela de Rezende², Tayla Évellin de Oliveira²

¹Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – Universidade Professor Edson Antônio Velano - UNIFENAS – Alfenas/MG – Brasil – *Contato: joice.micaela@aluno.unifenas

²Docente no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – Universidade Professor Edson Antônio Velano - UNIFENAS – Alfenas/MG – Brasil

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se como uma das culturas agrícolas mais relevantes do mundo, especialmente no Brasil, onde o seu cultivo teve início na década de 1970 e consolidou-se como uma das principais bases do setor produtivo nacional. Atualmente, o país ocupa a posição de maior produção mundial, com estimativa de 169,6 milhões de toneladas para a safra 2024/2025³. Isso deve-se à versatilidade do grão, amplamente utilizado na alimentação humana e animal, além de constituir matéria-prima essencial para a produção de óleo e biocombustíveis⁹.

Contudo, fatores climáticos, especialmente o déficit hídrico, impõem sérios desafios ao rendimento da cultura. O estresse hídrico compromete processos fisiológicos fundamentais, como a fotossíntese, o crescimento vegetativo e o enchimento de grãos, impactando diretamente a produtividade^{7,14}.

Nesse cenário, as bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCVs) surgem como alternativa promissora, uma vez que favorecem o desenvolvimento radicular, aumentam a eficiência na absorção de água e nutrientes e podem induzir respostas fisiológicas que contribuem para a tolerância ao estresse¹⁹. Diante disso, este resumo tem como objetivo analisar o papel das bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCVs) na redução dos efeitos do estresse hídrico na soja.

MATERIAL ou MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa de literatura realizada no período de 2015 e 2025, contemplando trabalhos da área. As buscas foram conduzidas em bases de dados nacionais e internacionais, como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO e Google Scholar, utilizando os descritores: “soja”, “déficit hídrico”, “bactérias promotoras de crescimento vegetal” e “coincoculação”. Foram incluídos artigos completos em português ou inglês que abordassem soja sob estresse hídrico e o uso de BPCVs. Excluíram-se estudos fora do período definido, trabalhos sem dados completos ou sem relação direta com o tema. Os artigos selecionados foram analisados quanto aos mecanismos fisiológicos descritos e aos impactos agrônômicos associados às BPCVs.

RESUMO DE TEMA

A sojicultura tem papel estratégico na economia e no desenvolvimento social do Brasil, contribuindo de forma expressiva para as exportações do agronegócio, a geração de empregos e o fortalecimento das economias regionais. Além da relevância econômica, a soja apresenta elevado valor nutricional, sendo amplamente utilizada na alimentação humana e animal, além de constituir importante fonte de minerais como fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e vitaminas⁹. A elevada produtividade alcançada nas lavouras brasileiras está associada ao uso de práticas agrícolas sustentáveis, como o manejo adequado da fertilidade do solo, a correção da acidez e o fornecimento equilibrado de nutrientes⁶.

No entanto, diversos fatores influenciam a produtividade da cultura, sendo o clima um dos mais determinantes, mesmo quando são adotadas estratégias de mitigação. A incerteza das variações climáticas torna as mudanças climáticas uma das principais responsáveis pela redução da produtividade de culturas como soja e milho⁴. No Brasil, o déficit hídrico limita a produtividade da soja, ocorrendo em diferentes intensidades e frequências nas diversas regiões produtoras¹⁴.

A disponibilidade de água é essencial ao longo de todo o ciclo da cultura, sendo especialmente crítica em dois estágios fenológicos: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. O estresse hídrico, especialmente nesses estágios, pode reduzir a emissão de ramos e o número de nós, além de comprometer o enchimento dos grãos, afetando diretamente a produtividade final⁸. Além disso, o estresse hídrico leva ao acúmulo excessivo de espécies reativas de oxigênio (EROs), que promovam a oxidação de pigmentos fotossintéticos, proteínas, lipídios e carboidratos, resultando em danos à fotossíntese e ao metabolismo celular¹⁷.

Nesse contexto, os bioinsumos, especialmente as BPCVs, têm se mostrado uma alternativa eficiente e sustentável para mitigar os impactos do estresse hídrico. Esses microrganismos colonizam a rizosfera ou os tecidos internos das plantas e atuam por diferentes mecanismos, incluindo a fixação biológica de nitrogênio (FBN), a solubilização de nutrientes e a síntese de fitormônios que estimulam o crescimento radicular e aumentam a resistência ao estresse¹⁹.

Pesquisas apontam que *Azospirillum brasilense* favorece, de forma indireta, a mitigação do estresse hídrico devido à elevada capacidade de produção de ácido indolacético (AIA), que estimula o crescimento radicular e amplia a exploração do solo em busca de água e nutrientes. Além disso, essa bactéria consegue realizar a FBN, favorecendo o desenvolvimento radicular e incremento na produtividade de grãos na soja^{10,13}.

Entre as espécies mais recentes em estudo, *Bacillus aryabhatai* destaca-se pela capacidade de conferir maior tolerância à seca. Essa bactéria coloniza o sistema radicular sob condições de estresse abiótico e secreta exopolissacarídeos, substâncias que auxiliam na hidratação das raízes⁶. Além disso, é capaz de sintetizar fitormônios como ácido abscísico (ABA), auxinas e giberelinas, os quais favorecem o crescimento da parte aérea e do sistema radicular, além de induzir mecanismos antioxidantes que conferem maior tolerância da soja ao déficit hídrico^{12,16}.

O uso de *B. aryabhatai* tem se mostrado eficaz em aumentar a tolerância ao estresse térmico por meio do fechamento estomático mediado pelo ácido abscísico (ABA). Ademais, essa bactéria promove maior resistência ao estresse oxidativo induzido pelo déficit hídrico, associada ao incremento da atividade de enzimas antioxidantes como superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT). Essa capacidade antioxidante contribui para a proteção das células vegetais contra danos oxidativos, conferindo maior resistência a ambientes sob estresse hídrico e oxidativo^{11,12}.

Outro avanço relevante é a coincoculação, que associa diferentes bactérias com funções complementares, potencializando seus efeitos individuais. Essa prática tem se mostrado eficaz mesmo sob condições de estresse hídrico, pois favorece maior nodulação, estimula o crescimento radicular e antecipa o estabelecimento da simbiose, refletindo em ganhos de produtividade e qualidade dos grãos^{1,2}. Estudos recentes indicam que a combinação entre *Bradyrhizobium japonicum* e *A. brasilense* resulta em aumento da nodulação, maior eficiência na fixação biológica de nitrogênio (FBN) e melhor desenvolvimento radicular na cultura da soja^{15,18}.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de BPCVs representa uma alternativa sustentável e promissora para mitigar os efeitos do déficit hídrico na soja. Os resultados indicam que essas bactérias podem contribuir significativamente para manter a produtividade em cenários de mudanças climáticas, sendo recomendada a ampliação de pesquisas de campo e a adoção dessa biotecnologia em larga escala.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, J. Z.; HUNGRIA, M.; SENA, J. V. da S.; POGGERE, G.; REIS, A. R. dos; CORRÊA, R. S. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. in Brazil. **Applied Soil Ecology**, v. 163, p. 103913, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.103913>.
2. CEREZINI, P.; KUWANO, B. H.; SANTOS, M. B.; TERASSI, F.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. N. Strategies to promote early nodulation in soybean under drought. **Field Crops Research**, v. 196, p. 160–167, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.06.017>.
3. CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 9º levantamento da safra de grãos 2024/25: **boletim da safra de grãos**.

XVI Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente



Brasília: CONAB, 2025. Disponível em: e0200128, 2021. DOI:
https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/9o-levantamento-safra-2024-25/e-book_boletim-de-safras-9o-levantamento-2025. Acesso em: 22 nov. 2025. <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20200128>.

4. CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Condições dos cultivos de soja, milho, arroz e trigo no Brasil são destaques do Monitoramento Agrícola Global**. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/condicoes-dos-cultivos-de-soja-milho-arroz-e-trigo-no-brasil-sao-destaques-do-monitoramento-agricola-global>. Acesso em: 22 nov. 2025.
5. EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Dados econômicos — **soja em números: produção, área plantada, produtividade, consumo interno e exportações**. Londrina: Embrapa Soja, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/sojal/dados-economicos>. Acesso em: 22 nov. 2025.
6. FAPESP. Bioproduto de bactéria encontrada no mandacaru promove tolerância à seca em plantas. **Agência FAPESP**, 2021. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/bioproduto-de-bacteria-encontrada-no-mandacaru-promove-tolerancia-a-seca-em-plantas/35877>. Acesso em: 22 nov. 2025.
7. FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em sementeiras antecipadas no Mato Grosso. **Revista Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67–77, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v03n01a12>.
8. GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; JOSÉ, J. V. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, p. 349–359, 2015. DOI: <https://doi.org/10.7127/rbai.v9n600368>.
9. GOUVEIA, A. B. V. S.; PAULO, L. M.; SILVA, J. M. S.; SOUSA, F. E.; SANTOS, F. R.; MINAFRA, C. S. Subprodutos da soja na alimentação de aves: revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1–28, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4187>
10. HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Nutrition**, v. 6, n. 6, p. 811–817, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.66087>.
11. MELO, I. S. Inoculante à base de *Bacillus aryabhattai* para mitigação do estresse hídrico. Pesquisas, avanços e futuro: o crescimento da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e o empenho de pesquisadores e empresas na busca pela sustentabilidade agrícola. Tradução. Valinhos, SP: **ANPII**, p. 85, 2022. Disponível em: https://anpiibio.org.br/wpcontent/uploads/2023/05/livro_ANPII_2022_folhas_soltas.pdf. Acesso em: 24 nov. 2025.
12. PARK, Y.-G.; MUN, B.-G.; KANG, S.-M.; HUSSAIN, A.; SHAHZAD, R.; SEO, C.-W.; KIM, A.-Y.; LEE, S.-U.; OH, K. Y.; LEE, D. Y.; LEE, I.-J.; YUN, B.-W. *Bacillus aryabhattai* SRB02 tolerates oxidative and nitrosative stress and promotes the growth of soybean by modulating the production of phytohormones. **PLOS ONE**, v. 12, n. 3, p. e0173203, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173203>.
13. SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Outstanding impact of *Azospirillum brasilense* strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45,
14. SENTELHAS, P. C.; BATTISTI, R.; CÂMARA, G. M. S.; FARIAS, J. R. B.; HAMPF, A. C.; NENDEL, C. The soybean yield gap in Brazil – magnitude, causes and possible solutions for a sustainable production. **Journal of Agricultural Science**, v. 153, p. 1394–1411, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859615000313>.
15. SILVA, A. J.; MEGALHÕES FILHO, J. R.; SALES, C. R. G.; PIRES, R. C. M.; MACHADO, E. C. Source-sink relationships in two soybean cultivars with indeterminate growth under water deficit. **Bragantia**, v. 77, p. 23–35, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017010>.
16. SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, A. P. A.; LESSA, C. I. N.; SOUZA, M. V. P.; SILVA GUILHERME, J. M.; GOES, J. F.; ALVES, F. G. S.; GOMES, S. P.; SILVA, F. D. B. da. *Bacillus aryabhattai* mitigates the effects of salt and water stress on the agronomic performance of maize under an agroecological system. **Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 1150, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13061150>.
17. TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: **Artmed**, p. 848, 2017. Disponível em: <https://archive.org/details/taiz-zeiger-fisiologia-vegetal-6a-ed>. Acesso em: 22 nov. 2025.
18. VIEIRA, R. F. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**. EMBRAPA, p. 163, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1090589/1/2017LV04.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2025.
19. VURUKONDA, S. S. K. P.; VARDHARAJULA, S.; SHRIVASTAVA, M.; SHZ, A. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. **Microbiological Research**, v. 184, p. 13–24, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.12.003>.

APOIO:

