

POTENCIAL DO *BACILLUS ARYABHATAI* NA MITIGAÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO NA CULTURA DO SORGO

POTENTIAL OF *BACILLUS ARYABHATAI* IN MITIGATING WATER STRESS IN SORGHUM
CULTIVATION

Debora Curado Jardim¹

Diogo Gonçalves²

Matheus Gonçalves²

RESUMO

O sorgo é uma cultura cujo plantio é recomendado após as culturas de verão. Dessa forma, o cultivo dessa espécie é sujeito a condições de menor disponibilidade hídrica decorrentes dos períodos de outono e inverno. Diante da importância de cultivo da cultura do sorgo em ambientes passíveis de estresse hídrico, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do *Bacillus aryabhattai* na mitigação de estresse hídrico na cultura do sorgo. O experimento foi realizado na casa de vegetação do Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG, no período de outubro a dezembro de 2024. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC) com cinco tratamentos (diferentes períodos de restrições hídricas, sendo 0, 2, 4, 6 e 8 dias de ausência de irrigação), com e sem inoculação com *Bacillus aryabhattai*, três repetições, totalizando 30 parcelas. Aos 70 dias após a emergência das plantas, foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: altura da planta (m), diâmetro de caule (mm), massa verde e massa seca da parte aérea e das raízes (g/planta). Não houve diferença estatística para os parâmetros altura de plantas, diâmetro de caule e massa seca da raiz. Já para as demais variáveis houve redução com o aumento do estresse hídrico, contudo, a inoculação com *B. aryabhattai* contribuiu para minimizar os impactos negativos, favorecendo o desenvolvimento das raízes e da parte aérea. Desta forma conclui-se que a inoculação de *B. aryabhattai* em sementes de sorgo é capaz de mitigar os efeitos negativos causado pelo estresse hídrico.

Palavras-chaves: *Sorghum Bicolor L*; escassez hídrica; bioestimulante.

ABSTRACT

Sorghum is a crop recommended for planting after summer crops. Therefore, its cultivation is subject to conditions of reduced water availability due to the fall and winter periods. Given the importance of growing sorghum in environments prone to water stress, this study aimed to evaluate the potential of *Bacillus aryabhattai* in mitigating water stress in sorghum. The experiment was conducted in the greenhouse of the Várzea Grande University Center (UNIVAG), from October to December 2024. A randomized complete block design (RBD) was used with five treatments (different periods of water restriction: 0, 2, 4, 6, and 8 days of no irrigation), with and without inoculation with *Bacillus aryabhattai*, three replicates,

¹Docente do curso de Agronomia do Univag. debora.jardini@univag.edu.br

²Discentes do curso de Agronomia do Univag. matheusgon9668@gmail.com; diogogon2015@gmail.com

totaling 30 plots. Seventy days after plant emergence, the following morphological parameters were evaluated: plant height (m), stem diameter (mm), fresh mass, and shoot and root dry mass (g/plant). There were no statistically significant differences in plant height, stem diameter, or root dry mass. The other variables showed a decrease with increasing water stress. However, inoculation with *B. aryabhatai* helped minimize the negative impacts, favoring root and shoot development. Therefore, we conclude that inoculation of *B. aryabhatai* in sorghum seeds can mitigate the negative effects of water stress.

Keywords: *Sorghum Bicolor L*; water shortage; biostimulant.

1. INTRODUÇÃO

O *Sorghum bicolor* L., é uma planta da família das gramíneas que possui alto valor energético e atualmente ocupa o quinto lugar no ranking de cereais mais cultivados no mundo, superado pelo trigo, o arroz, o milho e a cevada, além de ser uma cultura muito versátil, pois, possibilita a produção de grãos, forragem, biomassa e etanol (EMBRAPA, 2021).

Essa cultura apresenta grande potencial para os cultivos de safrinha na região Centro-Oeste, principalmente em sucessão com a cultura da soja (MENEZES, 2015), devido à sua boa adaptação em ambientes variados. Entre as gramíneas de importância econômica, o sorgo se destaca não apenas por sua resistência ao déficit hídrico, mas também pela capacidade de ser cultivado em sistemas de sequeiro, mesmo em áreas e períodos marcados pela irregularidade na distribuição das chuvas (XIN et al., 2009).

No entanto, mesmo sendo uma planta resistente ao déficit hídrico, este pode afetar todas as fases de desenvolvimento da cultura, desde a germinação até as etapas finais de enchimento dos grãos. No entanto, a fase reprodutiva é a mais sensível, sendo aquela em que o déficit hídrico causa as maiores perdas de produtividade (LIMA et al., 2011). Nessa fase, o estresse pode impedir a formação de várias sementes em potencial, seja por abortamento ou pelo desenvolvimento insuficiente da panícula. Mesmo após a fertilização, a falta de água compromete o adequado enchimento dos grãos (TARDIN et al., 2013).

Araújo (2008) destaca que os efeitos causados pelo estresse hídrico ocasionam mudanças na anatomia, fisiologia e bioquímica das plantas, com grau e intensidade, dependendo do tipo de planta e do período de duração as quais foram submetidas ao estresse, afetando assim todos os seus estágios de desenvolvimento, partindo da germinação até o desenvolvimento.

Frente a essa realidade, uma alternativa para mitigar os efeitos advindos do estresse hídrico na cultura do sorgo é o uso de microrganismos como bactérias promotoras de

crescimento vegetal. Entre esses microrganismos, destacam-se as bactérias do gênero *Bacillus*, as quais estabelecem relações simbióticas com as plantas que favorecem os processos fisiológicos dos vegetais (QIN et al., 2015; ZHANG et al., 2014).

O *Bacillus aryabhatai* é uma bactéria Gram positiva, de formato bastonete, forma de endósporos, e com colônias de 5 a 8 mm de diâmetro (SHIVAJI et al., 2009). Essa espécie, inibe os efeitos do déficit hídrico, além de propiciar maior crescimento das espécies vegetais (EMBRAPA, 2017). Estas bactérias ao colonizarem o sistema radicular das plantas, produzem substância como exopolissacarídeos (EPS) e biofilmes o qual formam uma camada de proteção ao redor das células que hidratam as raízes em condições de estresse (EMBRAPA, 2019). O *B. aryabhatai* também ajuda na manutenção do equilíbrio osmótico e na síntese de fitohormônios que estimulam o crescimento radicular (THIEL et al., 2019).

May et al. (2019), avaliando duas cultivares de cana-de-açúcar, com e sem inoculação de *B. aryabhatai*, expostas a períodos diferentes de irrigação, verificaram que as mudas que se encontravam em períodos com menor frequência de irrigação, demonstraram comportamentos diferentes, ou seja, maior número de perfilho por planta e maior tamanho de sistema radicular com relação as mudas sem inoculação, comprovando a influência do *B. aryabhatai* no desenvolvimento do sistema radicular em condições de estresse hídrico severo em plantas de cana-de-açúcar. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial do *Bacillus aryabhatai* na mitigação de estresse hídrico na cultura do sorgo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação do Centro Universitário de Várzea Grande, localizado no município de Várzea Grande – MT, no período de outubro a dezembro de 2024. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC) com cinco tratamentos (diferentes períodos de restrições hídricas, sendo 0, 2, 4, 6 e 8 dias de ausência de irrigação), com e sem inoculação com *B. aryabhatai*, com três repetições, totalizando 30 parcelas, cada parcela representada por um vaso com capacidade de 20 litros.

A cultivar de sorgo granífero utilizada foi a BRS 3318. As sementes antes de ser semeada, receberam a inoculação da bactéria *B. aryabhatai* na dose de 3 ml por kg de sementes, sendo esse tratamento realizado de forma manual. Em seguida, foi semeada três sementes em cada vaso, para posterior desbaste deixando apenas uma planta/vaso.

Os vasos foram preenchidos com solo e substrato, na proporção de 2:1. O solo utilizado foi da área experimental do Centro Universitário de Várzea Grande. Esse solo foi amostrado e encaminhado para o laboratório para realização da análise química. O resultado da análise química e física do solo está representada na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química e física do solo da área experimental.

Prof. cm	pH CaCl ₂	P	K mg/dm ³	S mg/dm ³	Ca	Mg	H cmolc/dm ³	Al	H+Al	M.O. g/dm ³
0-20	5,9	38,75	52,7	14,12	1,44	25,93	1,03	0	1,03	7,51
	B	Cu	Fe mg/dm ³	Mn	Zn		Areia	Silte	Argila	
	0,5	0,9	98,7	41,37	6,1		826	52,5	121,5	

Com base no resultado da análise química não houve necessidade de correção do solo com calcário, pois apresentava saturação de base ideal para o desenvolvimento da cultura, além de alumínio zerado e elevada concentração de cálcio e magnésio, porém foi necessário adubação conforme as exigências nutricionais da cultura. Onde foi necessário a aplicação de sulfato de amônio (SA), cloreto de potássio (KCL) e superfosfato simples (SFP) na dosagem de 8 g, 1 g e 6 g, respectivamente, por vaso.

A irrigação foi realizada manualmente com o auxílio de regadores, sempre mantendo a umidade próxima da capacidade de campo do solo, e sempre respeitando os tratamentos de restrição hídrica. A restrição hídrica iniciou-se aos 40 dias após a emergência das plantas, retomando a irrigação conforme os tratamentos aplicados. O controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com o monitoramento realizando o controle químico.

Aos 70 dias após a emergência das plantas foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas (m), diâmetro do caule (mm), massa verde e massa seca da parte aérea e das raízes (g/plantas). Para a avaliação da altura de plantas foi utilizada uma trena, medindo do solo até o ápice da planta. Para diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro, medindo o diâmetro na base da planta. Posteriormente, as plantas foram retiradas dos vasos, separando a parte aérea das raízes, sendo pesados separadamente em uma balança analítica afim de determinar a massa verde. Em seguida, o material vegetal foi encaminhado para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, em seguida, pesados separadamente (parte aérea e raiz) para obtenção da massa seca.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para as variáveis altura de plantas, diâmetro de caule e massa seca da raiz. Já para a massa verde e seca da parte aérea, verifica-se resposta linear, ou seja, conforme aumentou-se os dias de restrição hídrica houve redução da massa verde e seca. Porém, a inoculação com *B. aryabhatai* atenuou os efeitos do estresse hídrico (Figura 1 e 2).

Na massa verde da parte aérea, foi evidenciado, que aos oito dias com restrição hídrica, a redução foi de 67% sem a inoculação com *B. aryabhatai* e de 64% com a inoculação, quando se comparado a testemunha, ou seja, um incremento de 3% na massa verde (Figura 1). Já para a massa seca da parte aérea houve uma redução de 57% sem a inoculação com *B. aryabhatai* e de 52% com a inoculação, quando se comparado a testemunha, ou seja, um incremento de 5% na massa seca (Figura 2).

Figura 1. Massa verde da parte aérea com e sem inoculação com *Bacillus aryabhatai* e estresse hídrico na cultura do sorgo.

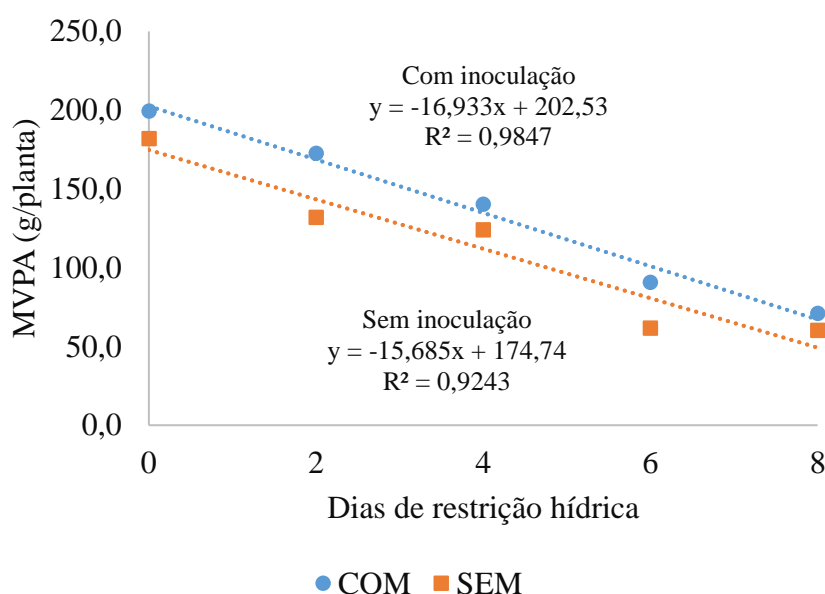
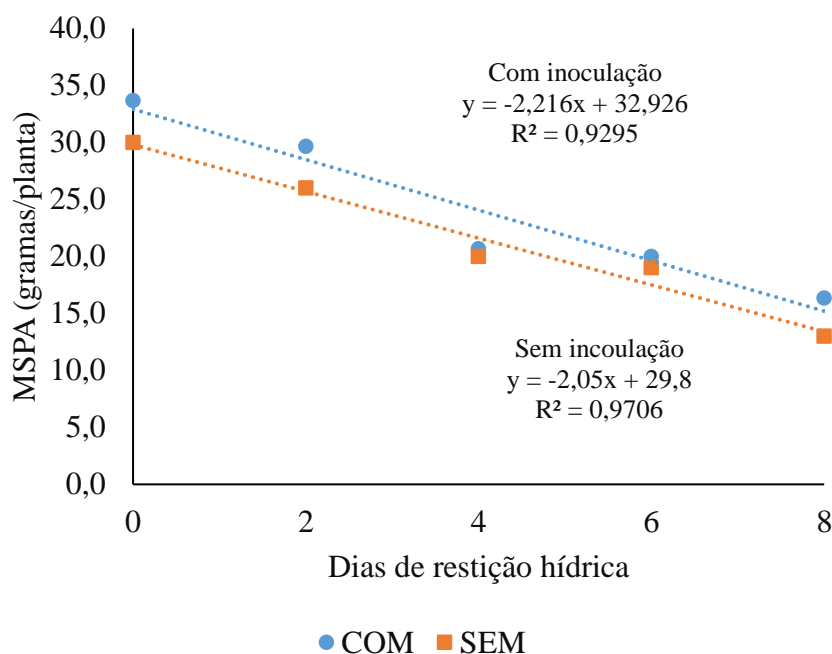


Figura 2. Massa seca da parte aérea com e sem inoculação com *Bacillus aryabhatai* e estresse hídrico na cultura do sorgo.



Segundo Taiz e Zeiger (2009), plantas submetidas a estresse hídrico, tendem a reduzir sua área foliar como mecanismo de defesa a fim de reduzir as perdas de água por transpiração. Isso ocorre, segundo Tardin et al (2013), devido ao fechamento dos estômatos que reduz a entrada de CO₂ no mesófilo e o fluxo de água e nutrientes nas plantas, diminuindo a matéria prima para o processo fotossintético, o que compromete o desenvolvimento da planta.

Resultado semelhante a este trabalho, foi obtido por May et al. (2019), avaliando o efeito da inoculação de *B. aryabhatai* no desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a restrição hídrica (0, 7, 14 e 21 dias), onde verificaram que a inoculação com *B. aryabhatai* promoveu um incremento bastante importante na massa seca da parte aérea por planta nas duas cultivares estudadas, principalmente nas restrições de 7 e 14 dias. Esses mesmos autores reforçam que o efeito positivo com a inoculação de *B. aryabhatai* pode estar ligado a maior capacidade das plantas em explorar maior volume de solo e absorver água e nutrientes em quantidades adequadas para seu desenvolvimento, bem como apresentar maior taxa fotossintética, e como consequência, poder acumular quantidade maiores de fotoassimilados na parte aérea das plantas.

Essa maior produção de massa verde e seca obtido com a inoculação com *B. aryabhatai* pode estar relacionado a capacidade que a bactéria tem de aumentar o crescimento das plantas

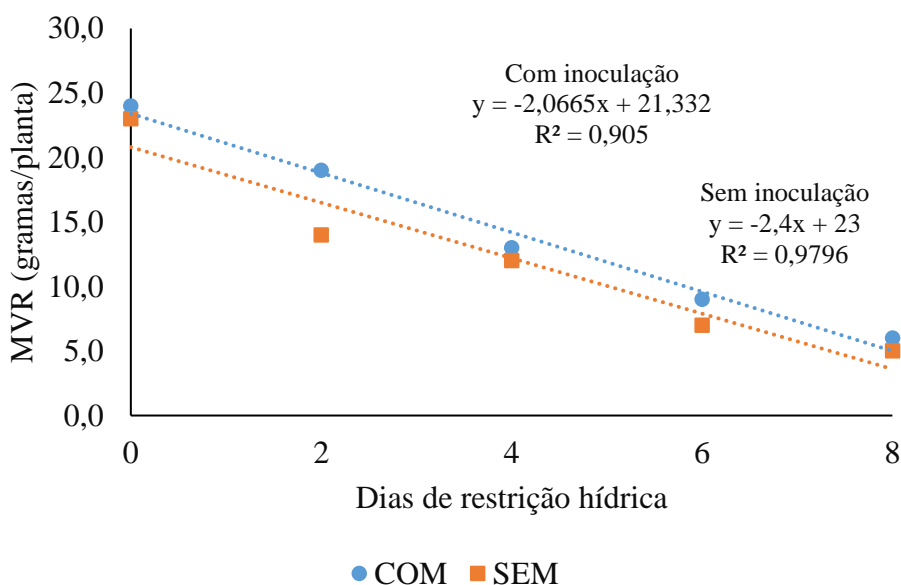
direta ou indiretamente por diferentes mecanismos, incluindo a produção de uma variedade de substâncias químicas, como os fito-hormônios, enzima ACC desaminase, compostos orgânicos voláteis (VOCs), exopolissacarídeos (produção de substâncias que protegem e hidratam o sistema radicular) e sideróforos, além de aumento do sistema radicular e da disponibilidade de nutrientes (GOMES et al., 2022).

Entre os mecanismos de atuação da bactéria que conferem tolerância ao estresse hídrico, destaca-se a produção da enzima ACC desaminase. Esta enzima, decompõe o 1-aminociclopropano-1-carboxilato (ACC), um precursor do etileno, hormônio vegetal que pode ser prejudicial em situações de estresse. Ao reduzir os níveis de ACC, a bactéria auxilia a planta a lidar melhor com essas condições adversas, promovendo seu desenvolvimento. Assim, a ACC desaminase reduz a formação de etileno endógeno o qual promove o crescimento das plantas (CHANDRA et al., 2019).

Lee et al. (2012), menciona que a capacidade do *B. Aryabhatai* em promover crescimento nas plantas, pode estar relacionado a produção de vários fito-hormônios como ácido indolacético (AIA), giberelina e ácido abscísico. Outro mecanismo importante é a produção de sideróforos, compostos que facilitam a absorção de ferro durante o estresse hídrico, cuja a absorção e acúmulo nas plantas aumenta a taxa fotossintética e a biomassa, além de maiores níveis de clorofila (FREITAS et al., 2015).

Para a massa verde da raiz, verifica-se resposta linear, ou seja, conforme aumentou-se os dias de restrição hídrica houve redução da massa verde (Figura 3). Porém, a inoculação com *B. aryabhatai* atenuou os efeitos do estresse hídrico. Onde aos oito dias com restrição hídrica, a redução foi de 78% sem a inoculação com a bactéria e de 75% com a inoculação, quando comparado a testemunha (sem restrição). Desta forma, a inoculação possibilitou um incremento de 3% na massa verde da raiz.

Figura 3. Massa verde da raiz com e sem inoculação com *Bacillus aryabhatai* e estresse hídrico na cultura do sorgo.



Segundo Taiz e Zeiger (2017), a oferta de água costuma impactar significativamente o crescimento, o desenvolvimento e os elementos produtivos das culturas, além de exercer forte influência sobre o tamanho e o volume do sistema radicular. O desenvolvimento do sorgo tende a ser mais afetado em condições de reposição hídrica inferiores a 100%, sendo que a redução na disponibilidade de água pode provocar alterações no volume radicular da planta (MATOS et al., 2021). Apesar do efeito do déficit hídrico sob o peso da massa verde em ambos os tratamentos, observa-se uma tendência mais positiva no tratamento com inoculação.

Essa redução dos efeitos do estresse hídrico em plantas inoculadas com *B. aryabhatai* também foi evidenciada por Kavamura (2012), onde em seu trabalho a inoculação da bactéria na rizosfera de milho proporcionou aumento de 28,2% na biomassa da raiz, quando comparado ao tratamento sem inoculação da bactéria. Essa atuação também foi evidenciada por Park et al. (2017), que verificaram que plantas de soja inoculadas com cepas de *B. aryabhatai* demonstraram um sistema radicular mais profundo e maior tolerância ao estresse causado por altas temperaturas.

Melo (2022), relata que a inoculação com *B. aryabhatai* promove às plantas a formação de exopolissacarídeos em formato de biofilme, capaz de manter a hidratação das raízes, como resultado, as plantas inoculadas apresentam maior acúmulo de biomassa nas raízes e melhor desempenho fisiológico. Segundo Gomes et al. (2022), a produção de exopolissacarídeos, além de promover um biofilme hidrofílico ao redor das raízes das plantas, esses exopolissacarídeos

também podem ser liberados nas células circundantes como biofilme extracelular, funcionando como uma camada adicional, hidratando a raiz e protegendo as plantas da dessecação, assim como melhorando a agregação e a estrutura do solo.

Sandhya et al. (2010) e Upadhyay et al. (2011), relatam que microrganismos produtores de exopolissacarídeos podem aumentar significativamente o volume de poros e a agregação do solo na rizosfera. Esse processo melhora a taxa de infiltração da água no solo, resultando em maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Como consequência, há um aumento na tolerância ao estresse hídrico, devido à melhoria das condições físicas do solo. O que pode explicar a maior produção de massa verde das raízes no experimento, uma vez que o solo utilizado é arenoso, com baixo teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, baixa capacidade de reter água e nutrientes.

O aumento na produção de massa verde também pode estar relacionado à ação das giberelinas, fito-hormônio que promove a divisão celular, o alongamento das células e a expansão dos tecidos vegetais. Além disso, esse hormônio contribui para a redução dos impactos causados por estresses ambientais nas plantas (COHEN et al., 2009), atuando em processos como a diferenciação do meristema radicular, estímulo à proliferação de pelos radiculares, inibição da formação de raízes laterais e alongação das raízes primárias (SANTNER e ESTELLE, 2009).

Já o ácido abscísico, fito-hormônio também produzido pelo microrganismo, atua na manutenção da condutividade hidráulica das raízes e da parte aérea, favorecendo uma exploração mais eficiente da umidade do solo e a preservação do potencial de turgescência celular. Como consequência, esse fito-hormônio contribui para uma maior tolerância à seca, regulando as atividades antioxidantes e promovendo o acúmulo de osmóticos compatíveis, o que resulta no aumento do conteúdo relativo de água nas plantas (GOMES et al., 2022) e, conseqüentemente, maior produção de biomassa das raízes.

Ruaro (2023), destaca que a produção de auxinas promovida pela bactéria, estimula a formação de raízes, proporcionando a maior absorção de água e nutrientes, como fósforo e ferro. Bal e Adhya (2012), relata que a quantidade de auxina sintetizada por bactérias da rizosfera influencia diretamente a resposta da planta ao estresse, onde altos níveis de auxina promovem o crescimento vegetal, especialmente por meio da indução da formação de raízes laterais, porém em níveis baixos, a auxina estimula o alongamento das raízes. Evidenciando que *B. aryabhatai* é uma bactéria promissora para o crescimento das plantas.

CONCLUSÃO

A inoculação com *Bacillus Aryabhatai* em sementes de sorgo contribuiu para minimizar os efeitos negativos causado pelo estresse hídrico para as variáveis massa verde e seca da parte aérea e, massa verde da raiz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p.456-462, abr. 2008.

BAL, H.; ADHYA, T. Diversity of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in rice soils of Odisha. **Plant Science Research**, v. 34, p. 7-33, 2012.

CHANDRA, D.; SRIVASTAVA, R.; GUPTA, V. V. S. R.; FRANCO, C. M. M.; SHARMA, A. K. Evaluation of ACC-deaminase-producing rhizobacteria to alleviate water-stress impacts in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 65, n. 5, p. 387-403, 2019.

COHEN, A. C.; TRAVAGLIA, C. N.; BOTTINI, R.; PICCOLI, P. N. Participation of abscisic acid and gibberellins produced by endophytic *Azospirillum* in the alleviation of drought effects in maize. **Botany**, v. 87, n. 5, p. 455-462, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Melhoramento Genético de Sorgo. Embrapa milho e sorgo**. 1 ed., cap. 1, p.13-14, 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA, 2019. **BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. Isolamento e Potencial Uso de Bactérias do Gênero *Bacillus* na Promoção de Crescimento de Plantas em Condições de Déficit Hídrico**. Disponível em:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1114738/1/bol1192.pdf>. Acesso em: 15 de junho 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA, 2017. **Cientistas usam bactérias para ajudar plantas a resistir à seca**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias//noticia/22885691/cientistas-usam-bacterias-para-ajudar-plantas-a-resistir-a-seca>. Acesso em: 15 de junho 2025.

FREITAS, A. R. de, Lopes, J. C., Alexandre, R. S., Venancio, L. P., & Zanotti, R. F. Emergency and seedling growth of sweet passion fruit according to sewage sludge and light. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 234–240, 2015.

GOMES, E. A. et al. **Mecanismos das bactérias promotoras do crescimento de plantas na mitigação dos efeitos do déficit hídrico**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2022. 30 p.: il. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 267).

KAVAMURA, V. N. **Bactérias associadas às cactáceas da Caatinga: Promoção de crescimento de plantas sob estresse hídrico**. 2012. 244 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba - São Paulo, 2012.

LEE, S., KA, J. O., SONG, H. G. Promotion of growth of *Xanthium italicum* by application of rhizobacterial isolates of *Bacillus aryabhatai* in microcosm soil. **The Journal of Microbiology**, v. 50, n. 1, 45-49, 2012.

LIMA, N. R. C. B.; SANTOS, P. M.; MENDONÇA, F. C.; ARAÚJO, L. C. Critical periods of sorghum and palisadegrass in intercropped cultivation for climatic risk zoning. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG, v. 40, p. 1452-1457, 2011.

MATOS, F. S.; BASÍLIO, A. A. G.; FURTADO, B. N.; GRATÃO, M. S.; BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Establishment of *Sorghum bicolor* L. plants under different water regimes. **Acta Iguazu**, v. 10, n. 1, p. 122-131, 2021.

MAY, A.; MOREIRA, B. R. A.; MASCARIN, G. M.; VIANA, R. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, E. H. F. M.; MELO, I. S. Induction of drought tolerance by inoculation of *Bacillus aryabhatai* on sugarcane seedlings. **Científica**, v.47, n. 4, 400-410, 2019.

MELO, I. S. Inoculante à base de *Bacillus aryabhatai* 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, 2022. p. 85.

PARK, Y. G. et al. *Bacillus aryabhatai* SRB02 tolerates oxidative and nitrosative stress and promotes the growth of soybean by modulating the production of phytohormones. **Plos One**, v. 12, n. 3, 2017.

QIN, Y.; HAN, Y.; SHANG, Q. M.; LI, P. Complete genome sequence of *Bacillus amyloliquefaciens* L-H15, a plant growth promotion rhizobacteria isolated from cucumber seedling substrate. **Journal of Biotechnology**, v. 200, p. 59–60, 2015.

RUARO, J. R. **Efeito de *Bacillus aryabhatai* sobre o comportamento fisiológico de sementes e plantas de soja em condições de estresse hídrico**. 33 f. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Dois vizinhos - PR, 2023.

SANDHYA, V.; ALI, S. Z.; GROVER, M.; REDDY, G.; VENKATESWARLU, B. Effect of plant growth promoting *Pseudomonas spp.* on compatible solutes, antioxidant status and plant growth of maize under drought stress. **Plant Growth Regulation**, v. 62, p. 21-30, 2010.

SANTNER, A.; ESTELLE, M. Recent advances and emerging trends in plant hormone signaling. **Nature**, v. 459, p. 1071-1078, 2009.

SHIVAJI, S.; CHATURVEDI, P.; BEGUM, Z.; PINDI, P.K.; MANORAMA, R.; PADMANABAN, D. A.; SHOUCHE, Y. S.; PAWAR, S.; VAISHAMPAYAN, P.; DUTT, C.

B. S.; DATTA, G. N.; MANCHANDA, R. K.; RAO, U. R.; BHARGAVA, P. M.; NARLIKAR, J. V. *Bacillus isronensis* sp nov and *Bacillus aryabhatai* sp nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 59, p. 2977-2986, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 4nd ed. **Sunderland: Sinauer Associates, Inc.** Publishers, 2009. 848p.

TARDIN, F. D. Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo granífero cultivados sob irrigação e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 102-117, 2013.

THIEL, G. M. et al. Germinação de sementes de soja sob estresse salino e uso de microrganismos promotores de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 3, p. 395–403, 2019.

UPADHYAY, S.; SINGH, J.; SINGH, D. Exopolysaccharide-producing plant growthpromoting rhizobacteria under salinity condition. **Pedosphere**, v. 21, n. 2, p. 214-222, 2011.

XIN, Z.; AIKEN, R.; BURKE, J. Genetic diversity of transpiration efficiency in sorghum. **Field Crops Research**, v. 111, p. 74-80, 2009.

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.