

## GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DAS PLANTAS DE AMENDOIM INOCULADAS COM *Bacillus aryabhattai* EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE

João Pedro Barreto Tenório<sup>1</sup>, Leonardo Borges Vasconcelos Meira<sup>1</sup>, Bruno Henrique Rodrigues de Souza<sup>1</sup> e Marcos Naum Rodrigues Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: joaotenorio016@hotmail.com

### PROBLEMÁTICA

A salinidade causada pelo excesso de sais na solução do solo ou na água de irrigação é um dos principais estresses abióticos que limita o desenvolvimento das plantas e a produtividade das culturas. Atualmente, o estresse salino tem se intensificado devido ao uso inadequado e excessivo de fertilizantes minerais, manejo inadequado da irrigação e da drenagem ou da irrigação com águas salinas (OLIVEIRA et al., 2014). O aumento da concentração de sais solúveis na solução no solo altera a germinação e o crescimento das plantas em virtude do aumento do potencial osmótico da solução, que reduz a absorção de água pelas sementes, da acumulação de quantidade elevadas e fitotóxicas de vários íons, especialmente de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e cloro ( $\text{Cl}^-$ ), e de distúrbios no balanço de íons (ACOSTA-MOTOS et al., 2017). Esses efeitos causam alterações adversas no metabolismo fisiológico e bioquímico do processo de germinação das sementes (NOBRE et al., 2013). Altos níveis de salinidade podem inibir a absorção de água pelas sementes, tornando a germinação impossível, enquanto o nível mais baixo de salinidade resulta no atraso do processo de germinação das sementes (STEINER et al., 2019).

A germinação das sementes é a primeira e a fase mais sensível e crítica para o ciclo de vida das plantas, e a salinidade é um dos principais fatores abióticos que restringem o adequado estabelecimento das culturas no campo. Oliveira et al. (2020) verificaram que sementes de milho submetidas à irrigação com água salina possuem menor porcentagem de germinação e menor taxa de crescimento inicial das plântulas. Oliveira et al. (2016) também constataram que o uso de água salina na irrigação provocou menor produção de matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de milho pipoca. Portanto, surge a necessidade da adoção de práticas agrônômicas que minimizem os efeitos deletérios da salinidade no crescimento das plantas.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A busca por atenuadores que possuem a capacidade de amenizar os efeitos negativos do estresse salino na germinação, crescimento e na produção das culturas agrícolas tem sido crescente nas últimas décadas. Uma das alternativas que podem ser utilizadas para atenuar os efeitos adversos da salinidade é o uso de inoculantes contendo bactérias promotoras de crescimento de planta, uma vez que estes produtos atuam na melhoria do metabolismo hormonal e fisiológico das plantas (PARK et al., 2017).

Seido et al. (2019) verificaram que a inoculação de isolados de *Pseudomonas* spp. foram capazes de promover maior crescimento das plantas de melão em condições de salinidade e foram eficientes em atenuar os efeitos deletérios da concentração excessiva de sais solúveis na solução do solo. Ji et al. (2022) constataram que a inoculação de cepas de *Bacillus subtilis* HG-15 ocasionou aumento na produção de matéria seca das plantas de trigo; porém, não resultou em efeito sobre a altura da planta e comprimento das raízes. No entanto, não há estudos que comprovaram a eficiência da inoculação de *Bacillus aryabhattai* em melhorar a germinação e o crescimento das plântulas de amendoim expostas ao estresse salino.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* na indução da tolerância das plântulas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) expostas à níveis de salinidade da água de irrigação.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O bioensaio foi conduzido no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia, MS (19°05'30" S; 51°48'55" W e altitude média de 510 m), durante os meses de outubro e novembro de 2023. Sementes de amendoim (cv. RUNNER IAC 886) foram previamente desinfecionadas, por imersão durante 5 min. em solução de hipoclorito de sódio à 2% (v/v). Em seguida, procedeu-se à lavagem em água corrente e, então, as sementes foram secas em ambiente de laboratório (à sombra) por 24h e utilizadas neste estudo.

Para avaliar o efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* na indução da tolerância das plantas à salinidade, as sementes foram expostas as soluções com potencial osmótico de 0,0; -0,10; -0,40 e -0,80 MPa preparadas com cloreto de sódio (NaCl). A quantidade de NaCl adicionada para obter as soluções salinas com os distintos níveis de potencial osmótico foi calculada com base na Equação 1 de van't Hoff proposta por Hillel (1971):  $\Psi_s = -RTC_i$ , sendo que,  $\Psi_s$  é o potencial osmótico da solução (MPa);  $R$  é a constante universal dos gases nobres ( $0,008314 \text{ MPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ );  $T$  é a temperatura absoluta ( $273,15 + ^\circ\text{C}$ );  $C$  é a concentração molar do soluto ( $\text{mol L}^{-1}$ ); e  $i$  é o fator de van't Hoff, ou seja, a razão entre a quantidade de partículas na solução e a quantidade de íons dissolvidos [isto é, para NaCl este valor é 2,0 ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ )]. Como tratamento controle (sem estresse) foi utilizado água destilada com potencial osmótico  $\Psi_s = 0,0 \text{ MPa}$ .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial  $2 \times 4$ , com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos foram constituídos pela inoculação ou não inoculação das sementes com 20 mL  $\text{kg}^{-1}$  de inoculante contendo *Bacillus aryabhattai* e por quatro níveis de salinidade da água de irrigação [0,0 MPa (controle); -0,1 MPa (estresse salino suave); -0,4 MPa (estresse salino moderado) e -0,8 MPa (estresse salino severo)].

A inoculação das sementes com *Bacillus aryabhattai* foi realizada com a utilização do inoculante comercial líquido Acta Ary<sup>®</sup> (Acta Bio, Jaboticabal, São Paulo) desenvolvido à partir da estirpe CMAA 1363 isolada da rizosfera do mandacaru (*Cereus jamacaru* L.), importante cacto da região da Caatinga, com concentração mínima de  $1,0 \times 10^9$  unidades formadoras de colônias por mililitro de solução (UFC/mL).

No dia 23 de outubro de 2023, quatro subamostras de 50 sementes foram semeadas em bandejas plásticas ( $42 \times 28 \times 6 \text{ cm}$ ) contendo areia grossa lavada, na profundidade de 2,0 cm. Após a semeadura, o substrato de germinação (areia) foi umedecido com água destilada (controle) ou com as soluções salinas contendo os diferentes níveis de estresse salino (suave, moderado ou severo) até próximo da capacidade de retenção de água. Em seguida, as bandejas foram mantidas em condições de laboratório por um período de 15 dias. A temperatura do ar durante a condução do ensaio experimental variou de 21,8 °C a 29,4 °C, com valor médio de 25,2 °C.

Aos 15 dias após a semeadura, foram contabilizados a porcentagem de emergência das plântulas de amendoim. Dez plântulas por repetição foram escolhidas aleatoriamente para a mensuração do comprimento e da matéria seca da parte aérea e das raízes. O comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR) foram determinados com auxílio de uma régua graduada em milímetros. A matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foram determinadas em balança analítica (precisão de  $\pm 0,0001 \text{ g}$ ) após secagem do material vegetal em estufa com circulação forçada de ar à 85 °C, por 48 h.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar<sup>®</sup> versão 5.6 para Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *Bacillus aryabhattai* não resultou em efeito significativo ( $p > 0,05$ ) na emergência das plantas de amendoim (Tabela 1). No entanto, as plântulas inoculadas com *B. aryabhattai* possuem maior comprimento da parte aérea e das raízes e maior matéria seca da parte aérea e das raízes quando comparado às plantas não inoculadas (Tabela 1). Estes resultados indicaram que a inoculação *B. aryabhattai* estimulou o crescimento inicial das plantas de amendoim. Este aumento do crescimento das plantas de amendoim com a inoculação das sementes pode estar relacionado aos benefícios oriundos da inoculação de *B. aryabhattai*, o qual promove a regulação e produção de hormônios, como o ácido abscísico (ABA) e o ácido jasmônico (AJ), que possuem ação efetiva no crescimento das plantas (JI et al., 2022). Antil et al. (2021) constataram que as cepas KMT-4 de *Bacillus aryabhattai* possuem inúmeros efeitos diretos e indiretos para promover o crescimento das plantas, tais como produção de sideróforos, produção de hormônio de crescimento (IAA), excreção de amônia, produção de cianeto de hidrogênio e atividade de quitinase. Park et al. (2017) reportaram que a inoculação de *B. aryabhattai* cepa SRB02 promoveu o crescimento das plantas de soja mediante a regulação da produção de hormônios vegetais, melhor disponibilidade de nutrientes e efeitos antagônicos sobre patógenos de plantas.

O aumento do nível de salinidade da água de irrigação afetou negativamente a emergência e o crescimento inicial das plântulas de amendoim (Tabela 1). Oliveira et al. (2016) também mostraram que a salinidade inibiu a germinação e o crescimento das plântulas de milho pipoca. A menor taxa de emergência e menor crescimento das plantas em condições de salinidade está relacionado ao atraso do processo de embebição das sementes e a redução da expansão e do alongamento celular, tendo em vista que o estresse salino além de promover o estresse osmótico, simulando uma condição de restrição hídrica, também promove efeitos fitotóxicos específicos causados pela presença dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no protoplasma das células (ACOSTA-MOTOS et al., 2017).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação das sementes de amendoim com *Bacillus aryabhattai* pode proporcionar sustentabilidade para os sistemas de produção de amendoim irrigados com águas salinas ou cultivados em solos salinos por melhorar o crescimento inicial e a produção de matéria seca das plantas.

## LITERATURA CITADA

ACOSTA-MOTOS, J.R.; ORTUÑO, M.F.; BERNAL-VICENTE, A.; DIAZ-VIVANCOS, P.; SANCHEZ-BLANCO, M.J.; HERNANDEZ J.A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, v.7, p. 1-18, 2017.

ANTIL, S.; KUMAR, K.; PATHAK, D. V.; KUMAR, A.; PANWAR, A.; KUMARI, A.; KUMAR, V. On the potential of *Bacillus aryabhattai* KMT-4 against *Meloidogyne javanica*. *Journal of Biological Pest Control*, v. 31, e67, 2021.

HILLEL, D. *Soil water* –Physical principles and process. New York, Academic Press, 1971.

JI, C., TIAN, H., WANG, X., SONG, X., JU, R., LI, H., GAO, Q., LI, C., ZHANG, P., LI, J., HAO, L., WANG, C., ZHOU, Y., XU, R., LIU, Y., DU, J., & LIU, X. *Bacillus subtilis* HG-15, a halotolerant rhizoplane bacterium, promotes growth and salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum*). *BioMed Research International*, v. 7, e9506227, 2022.

NOBRE, R. G.; LIMA, G.S.; GHEYI, H.R.; LOURENÇO, G.S.; SOARES, L.A.A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.

OLIVEIRA, F. A.; PINTO, K.S.O.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L.A.; CAVANCANTE, AL.G.; OLIVEIRA, M.K.T.; MEDEIROS, J.F. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, a salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, v. 61 n. 1, p. 147- 154, 2014.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.

OLIVEIRA, H.; NASCIMENTO, R.; NASCIMENTO, E. C. S.; LIMA, R.F.; BEZERRA, C.V.C. Emergência e crescimento de milho submetido a doses de inoculante associadas à irrigação com água salina. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e66102, 2020.

PARK, Y.G.; MUN, B.G.; KANG, S.M.; HUSSAIN, A.; SHAHZAD, R.; SEO, C.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, e0173203, 2017.

SEIDO, S. L.; SOUSA, L. P.; SILVA, M. J.; DONZELI, V. P.; QUEIROZ, S. O. P. Rizobactérias promotoras de crescimento em melão sob estresse. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 1-9, 2019.

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; BUSCH, A.; SOUSA, T. O.; ZOZ, T. Does seed size affect the germination rate and seedling growth of peanut under salinity and water stress? **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e54353, 2019.

**Tabela 1.** Efeito da inoculação de *Bacillus aryabhattai* e do nível de salinidade da água de irrigação sobre a emergência das plântulas (E), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento das raízes (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR) de amendoim (*Arachis hypogaea* L., cv. Runner IAC 886) em condições de laboratório

Fatores de variação	E (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (mg/planta)	MSR (mg/planta)
Inoculação das sementes					
Controle (sem inoculação)	80,5 a	7,5 b	9,5 b	95,0 b	35,0 b
<i>Bacillus aryabhattai</i>	82,5 a	9,4 a	13,4 a	113,7 a	41,2 a
Nível de salinidade					
Controle (sem estresse)	91 a	12,5 a	12,7 b	137,5 a	67,5 a
Estresse suave	87 a	11,0 a	14,0 a	112,5 b	37,5 b
Estresse moderado	78 b	5,5 b	11,0 b	95,0 c	27,5 c
Estresse severo	70 b	4,8 b	8,0 a	72,5 d	20,0 d
CV (%)	5,82	18,50	11,98	12,35	14,21

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cada fonte de variação não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.