

ESTRESSE SALINO, ADUBAÇÃO FOSFATADA E BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO NO CRESCIMENTO DO AMENDOIM¹

SALT STRESS, PHOSPHATE FERTILIZATION, AND PHOSPHATE - SOLUBILIZING BACTERIA IN PEANUT GROWTH

Ermitério Ernesto Macaringue²

RESUMO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa de elevada relevância econômica e nutricional, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Contudo, a salinidade do solo e da água constituem um dos principais fatores abióticos limitantes ao seu crescimento e produtividade. Diante desse desafio, práticas agrícolas sustentáveis vêm sendo investigadas para mitigar os efeitos deletérios do estresse salino. Nesse contexto, a inoculação com Biomaphos, surge como alternativa promissora, especialmente quando associada à adubação fosfatada para potencializar a absorção de nutrientes e estimular a atividade microbiana do solo. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos do estresse salino sobre o crescimento do amendoim submetido à adubação fosfatada e inoculação com Biomaphos. O experimento foi conduzido na Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), Campus das Auroras da Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), em Redenção, Ceará, Brasil, entre setembro e dezembro de 2024. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. As parcelas principais corresponderam às condutividades elétricas da água de irrigação (0,8 e 4,0 dS m⁻¹), e as subparcelas aos tratamentos de inoculação: I1 – controle (sem inoculação e adubação); I2 – Biomaphos via semente + 100% da adubação fosfatada; I3 – Biomaphos via semente + 50% da adubação fosfatada; I4 – Biomaphos via solo + 100% da adubação fosfatada; I5 – Biomaphos via solo + 50% da adubação fosfatada; I6 – sem Biomaphos + 100% da adubação fosfatada; I7 – sem Biomaphos + 50% adubação fosfatada. As variáveis avaliadas foram: área foliar, altura de planta, diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e a massa seca total. O estresse salino afetou negativamente o diâmetro do caule e a massa seca da raiz. O tratamento com Biomaphos via solo + 100% da adubação fosfatada atenuou o estresse salino para massa seca total e a área foliar. A aplicação de Biomaphos via semente + 100% da adubação fosfatada e sem Biomaphos + 50% adubação fosfatada e o tratamento controle, foram eficiente para elevar a massa seca total.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L.; bioestimulante; salinidade.

ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is a legume of high economic and nutritional importance, widely cultivated in tropical and subtropical regions. However, soil and water salinity constitute one of the main abiotic factors limiting its growth and productivity. Faced with

¹ Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao curso de agronomia, da universidade da integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), sob orientação do Prof. Dr. Geocleber Gomes De Sousa.

² Discente do curso de agronomia pela UNILAB.

this challenge, sustainable agricultural practices have been investigated to mitigate the deleterious effects of saline stress. In this context, inoculation with Biomaphos emerges as a promising alternative, especially when associated with phosphate fertilization to enhance nutrient absorption and stimulate soil microbial activity. Thus, the objective was to evaluate the effects of saline stress on the growth of peanut subjected to phosphate fertilization and inoculation with Biomaphos. The experiment was conducted at the Auroras Seedling Production Unit (UPMA), Auroras Campus of the International University of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), in Redenção, Ceará, Brazil, between September and December 2024. A randomized complete block design (RCBD) was adopted, in a split-plot scheme, with five replications. The main plots corresponded to the electrical conductivities of the irrigation water (0.8 and 4.0 dS m⁻¹), and the subplots to the inoculation treatments: I1 – control (without inoculation and fertilization); I2 – Biomaphos via seed + 100% of the phosphate fertilization; I3 – Biomaphos via seed + 50% of the phosphate fertilization; I4 – Biomaphos via soil + 100% of the phosphate fertilization; I5 – Biomaphos via soil + 50% phosphate fertilization; I6 – without Biomaphos + 100% phosphate fertilization; I7 – without Biomaphos + 50% phosphate fertilization. The variables evaluated were: leaf area, plant height, stem diameter, root length, shoot dry mass, root dry mass, and total dry mass. Saline stress negatively affected stem diameter and root dry mass. The treatment with Biomaphos via soil + 100% phosphate fertilization attenuated saline stress for total dry mass and leaf area. The application of Biomaphos via seed + 100% phosphate fertilization and without Biomaphos + 50% phosphate fertilization, and the control treatment, were efficient in increasing total dry mass.

Keywords: *Arachis hypogaea* L.; biostimulant; salinity.

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa de alto valor econômico, nutricional e social, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, com destaque para o Nordeste do Brasil, onde é uma importante fonte de renda para agricultores familiares (Santos et al., 2021; CONAB, 2023; Sousa et al., 2024). No entanto, seu cultivo em ambientes semiáridos é frequentemente limitado pela escassez de água e pelo uso de fontes salinas, cujos altos teores de íons como Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ induzem estresse osmótico e iônico, comprometendo o crescimento e a produtividade (Lessa et al., 2021).

Nesse contexto, práticas agrícolas sustentáveis têm sido buscadas para aumentar a resiliência da cultura. Entre elas, destaca-se o uso de bioprodutos à base de microrganismos promotores de crescimento vegetal, como o *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*, presentes no inoculante comercial Biomaphos. Esses microrganismos solubilizam fosfatos, produzem fitohormônios e modulam a absorção de íons, contribuindo para a tolerância ao estresse salino (Castaldi et al., 2023; Oliveira et al., 2024). Além disso, a adubação fosfatada é essencial para o desenvolvimento radicular, fixação de vagens e eficiência fotossintética, ocorrendo sinergicamente com os

microrganismos na melhoria do desempenho da planta sob condições adversas (Dias et al., 2016; Abreu et al., 2024).

Estudos demonstram que a combinação entre inoculação com Biomaphos e adubação fosfatada potencializa o crescimento do amendoim em ambientes salinos, com ganhos em massa seca, área foliar e eficiência no uso da água recente (Oliveira et al., 2024). Desta forma o uso de BiomaPhos associado a adubação fosfatada poderá mitigar os efeitos nocivos dos sais da água de irrigação no crescimento inicial da cultura do amendoim. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos do estresse salino sobre o crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido à adubação fosfatada e inoculação com Biomaphos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de setembro e dezembro de 2024, na Unidade de Produção de Mudanças Auroras (UPMA), pertencente ao Campus das Auroras da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no município de Redenção, Ceará, Brasil (04°14'53" S, 38°45'10" W, altitude de 240 m). A região apresenta clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como tropical quente e úmido, com chuvas concentradas no verão e outono (Alvares et al., 2013; Oliveira et al., 2024).

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições, totalizando 70 parcelas experimentais. As parcelas principais foram constituídas por dois níveis de salinidade da água de irrigação, representados pela condutividade elétrica da água (CEa): 0,8 dS m⁻¹ (água de baixa salinidade) e 4,0 dS m⁻¹ (água salina). As subparcelas corresponderam a sete tratamentos de inoculação e adubação fosfatada, descritos a seguir: I1: Controle (sem inoculação e sem adubação fosfatada); I2: Biomaphos aplicado na semente + adubação fosfatada 100%; I3: Biomaphos aplicado na semente + adubação fosfatada 50%; I4: Biomaphos aplicado no solo + adubação fosfatada 100%; I5: Biomaphos aplicado no solo + adubação fosfatada 50%; I6: Sem Biomaphos + adubação fosfatada 100%; e I7: Sem Biomaphos + adubação fosfatada 50%.

As unidades experimentais foram compostas por vasos de polietileno com capacidade volumétrica de 11 dm³, preenchidos com substrato na proporção 7:2:1 (v/v) de areia, arisco (material arenoso de textura leve, comumente utilizado na construção civil no Nordeste brasileiro) e esterco bovino curtido, respectivamente mistura amplamente

utilizada em experimentos com amendoim em condições controladas na UPMA (Oliveira et al., 2024; Abreu et al., 2024; Santos et al., 2024). Antes do preenchimento dos vasos, o substrato foi submetido à análise química (Tabela 1), a fim de determinar os teores iniciais de matéria orgânica, N, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, pH e condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), seguindo metodologias descritas por Teixeira et al. (2017). A cultivar utilizada foi o amendoim BR-1, semeada a uma profundidade de 2 cm, com cinco sementes por vaso. O desbaste foi realizado aos 15 dias após a semeadura (DAS), deixando-se apenas uma planta por vaso.

As sementes destinadas aos tratamentos com Biomaphos® foram inoculadas conforme recomendação do fabricante: 100 mL do produto para cada 60.000 sementes. O produto contém uma mistura das cepas bacterianas *Bacillus megaterium* (BRM 119) e *Bacillus subtilis* (BRM 2084), reconhecidas por sua capacidade de solubilizar fosfatos e promover o crescimento vegetal sob estresse salino (Castaldi et al., 2023; Oliveira et al., 2024).

A adubação mineral foi baseada nas recomendações de Fernandes (1993) para a cultura do amendoim, correspondendo a 15 kg ha⁻¹ de N, 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Considerando um stand de 10.000 plantas ha⁻¹, a dose máxima por planta no ciclo foi de 1,5 g de N, 6,25 g de P₂O₅ e 5,0 g de K₂O. As fontes utilizadas foram ureia (45% de N), superfosfato simples (18% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O). A adubação fosfatada foi parcelada: 50% na semeadura e 50% em cobertura aos 20 DAS, conforme metodologia descrita por Oliveira et al. (2024).

A água com CEa de 4,0 dS m⁻¹ foi preparada a partir da diluição dos sais NaCl, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O, na proporção iônica de 7:2:1 (Na⁺:Ca²⁺:Mg²⁺), seguindo a relação mmolc L⁻¹ = CE × 10, conforme descrito por Rhoades et al. (2000). A irrigação foi realizada manualmente, diariamente, com base no princípio do lisímetro de drenagem (Bernardo et al., 2019), mantendo-se o substrato próximo à capacidade de campo e aplicando-se uma fração de lixiviação de 15% para evitar o acúmulo excessivo de sais, conforme recomendação de Ayers & Westcot (1999). O volume de água aplicado nas irrigações foi determinado através da seguinte equação (Equação 1):

$$VI = Vp - Vd - LF \quad (1)$$

Em que:

VI – volume de água a ser aplicado na irrigação (mL); Vp – volume de água aplicado na irrigação anterior (mL); Vd – volume de água drenado (mL); e, LF – fração de lixiviação de 0,15.

Ao final do ciclo experimental, aos 45 dias após semeadura (DAS), foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (AP): medida com fita métrica graduada, da base do caule até o ápice do último folíolo totalmente expandido; diâmetro do caule (DC): avaliado com paquímetro digital, a 2 cm acima do colo da planta; comprimento da raiz (CR): medido com régua graduada após lavagem cuidadosa do sistema radicular; área foliar (AF): estimada pelo método não destrutivo, multiplicando-se o comprimento pela largura do folíolo central e aplicando-se o fator de correção de 0,68, conforme metodologia validada para amendoim por Ribeiro et al. (2022); massa seca da parte aérea (MSPA): determinada após secagem das plantas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante, seguida de pesagem em balança analítica de precisão (0,0001 g); massa seca da raiz (MSR): determinada após secagem em estufa (65°C) e pesagem; e massa seca total (MST): obtida pela soma da MSPA e da MSR. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$), utilizando-se o software Assistat versão 7.7 Beta (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 1) revelou que a interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e os tratamentos de inoculação e adubação (ADU) foi significativa ($p \leq 0,01$) para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e área foliar (AF).

Tabela 1. Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis altura de plantas (AP), comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e área foliar (AF) em plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) irrigadas com diferentes condutividades

elétricas da água de irrigação (CEa) e aplicação de diferentes adubações (ADU).

FV	GL	Quadrado médio						
		AP	CR	DC	MSPA	MSR	MST	AF
Cea	1	7,96 ^{ns}	43,72 [*]	0,67 [*]	2,73 ^{ns}	0,76 ^{**}	6,39 [*]	1,55 ^{ns}
ADU	6	4,28 ^{ns}	3,81 ^{ns}	0,09 ^{ns}	3,17 ^{**}	0,01 ^{ns}	3,29 ^{**}	0,96 ^{**}
Int. CEa x ADU	6	4,91 ^{ns}	7,47 ^{ns}	0,12 ^{ns}	3,05 ^{**}	0,01 ^{ns}	3,34 ^{**}	1,08 ^{**}
CV - CEa (%)	-	7,77	17,57	7,29	17,89	30,11	18,01	13,72
CV - ADU (%)	-	8,99	12,66	7,46	13,62	25,35	13,22	12,41

FV - Fonte de variação; CV - Coeficiente de variação; GL - Grau de liberdade; ns - Não significativo; * - Significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ** - Significativo pelo teste de Tukey em ($p \leq 0,01$)

Sob irrigação com água de baixa salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$), não houve diferença significativa entre os tratamentos para MSPA, o que sugere que, na ausência de estresse, os efeitos da inoculação e da adubação são menos expressivos. Contudo, sob estresse salino ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$), o tratamento I4 (Biomaphos aplicado no solo + adubação fosfatada 100%) destacou-se, com MSPA de 6,95 g, superando estatisticamente todos os demais tratamentos. Esse resultado demonstra que a combinação entre inoculação via solo e dose plena de fósforo é eficaz na mitigação dos efeitos da salinidade, possivelmente pela maior disponibilização de P no rizosfera e pela ativação de mecanismos fisiológicos de tolerância mediados pelos *Bacillus* spp.

O aumento da CEa reduziu significativamente o comprimento da raiz (Figura 1). Plantas irrigadas com $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram CR médio de 15,7 cm, enquanto na salinidade de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ esse valor caiu para 14,0 cm. A redução está associada à diminuição do potencial osmótico do solo, que limita a absorção de água e nutrientes, comprometendo a divisão e expansão celular nas regiões meristemáticas radiculares (Taiz et al., 2017). Esse padrão de redução no comprimento radicular sob salinidade é consistente com os achados de Sousa et al. (2024), que observaram decréscimos significativos no crescimento radicular de amendoim irrigado com águas de $\text{CEa} \geq 3,5 \text{ dS m}^{-1}$, especialmente no genótipo BR1.

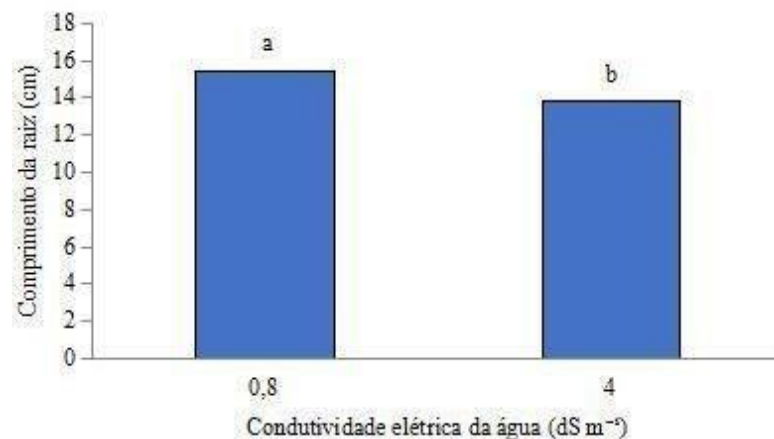


Figura 1. Comprimento da raiz de amendoim irrigado com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação. Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

De acordo com a Figura 2, o excesso de sais na água de irrigação exerceu um efeito significativo e negativo sobre o diâmetro do caule das plantas de amendoim. Este resultado é consistente com a fisiologia vegetal: o estresse salino reduz o potencial osmótico do solo, limitando a absorção de água pelas raízes. Isso, por sua vez, inicia processos fundamentais como a divisão e expansão celular, resultando em um desenvolvimento vegetativo comprometido, incluindo um menor diâmetro do caule. O estresse salino também pode causar desequilíbrio iônico e toxicidade, prejudicando ainda mais o crescimento.

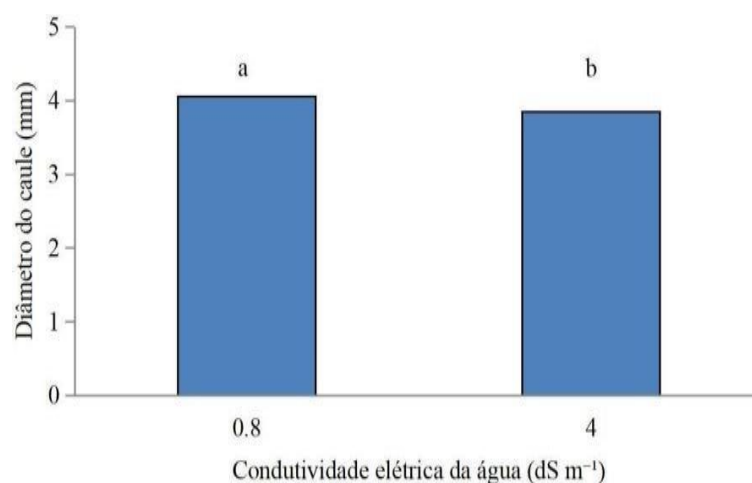


Figura 2. Diâmetro do caule em amendoim irrigado com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação. Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

A redução no diâmetro do caule sob salinidade elevada ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) corrobora os resultados de Guilherme et al. (2021), que apresentaram um diâmetro de caule menor em comparação com as plantas irrigadas com água de baixa salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$). Os valores médios para o diâmetro do caule foram: água de baixa salinidade igual a 4,06 mm e água de alta salinidade de 3,85 mm. Essa observação é atribuída ao fechamento estomático induzido pelo estresse osmótico, que reduz a turgidez celular e, consequentemente, a expansão dos tecidos (Abreu et al., 2024).

Os resultados da Figura 3, indicaram que a interação entre salinidade e tratamentos influenciou significativamente o crescimento vegetativo. O tratamento T4 (Biomaphos aplicado no solo + 100% de P) destacou-se por promover o maior valor de MSPA (6,95 g) sob alta salinidade, superando inclusive o desempenho em condições de baixa salinidade. A aplicação de Biomaphos no solo mostrou-se mais eficaz que na semente, especialmente com adubação fosfatada completa. Doses reduzidas de fósforo (50%) mantiveram desempenho satisfatório quando combinadas com Biomaphos. Por outro lado, o tratamento sem inoculação e com 50% de P (T7) foi o mais sensível ao estresse salino, com redução significativa na MSPA.

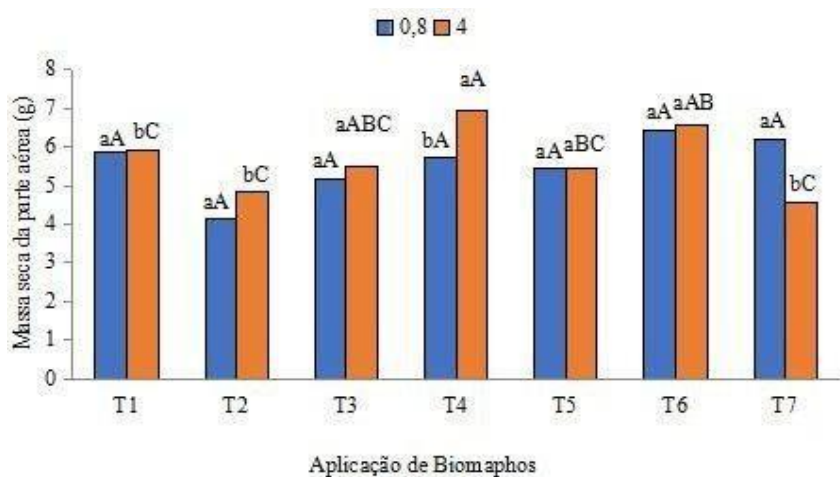


Figura 3. Massa seca da parte aérea em amendoim irrigado com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação e aplicação de diferentes adubações. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas comparando tratamentos com a mesma condutividade elétrica; e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas comparando a entre aplicação de BiomaPhos. Os resultados indicam que a salinidade elevada exerce efeito negativo sobre o crescimento radicular, conforme também observado por Taiz et al. (2017), que destacam que o excesso de sais no solo reduz o potencial osmótico da água,

dificultando sua absorção e limitando o crescimento vegetal. A inoculação com Biomaphos, particularmente no solo e associada à adubação fosfatada, é uma estratégia eficaz para mitigar os efeitos adversos da salinidade e promover o crescimento do amendoim. Além disso, Marschner (2012) ressalta que o estresse salino afeta diretamente a absorção de nutrientes essenciais, como fósforo e potássio, interferindo na expansão celular e na formação de tecidos vegetativos.

A massa seca da raiz (MSR) foi reduzida em cerca de 50% sob alta salinidade: 0,45 g ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) contra 0,22 g ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 4). Esse efeito negativo é consistente com os relatos de Barbosa et al. (2022) e Lessa et al. (2021), que associam a salinidade à toxicidade iônica e ao estresse oxidativo nas células radiculares, limitando o crescimento do sistema radicular. A menor biomassa radicular compromete a absorção de água e nutrientes, afetando indiretamente o crescimento da parte aérea. Além disso, a redução na expansão radicular limita a exploração do volume de solo, diminuindo a eficiência no uso de recursos hídricos e minerais fatores críticos para o estabelecimento inicial da cultura em ambientes semiáridos (Lessa et al., 2021; Taiz et al., 2017). Esse padrão reforça a sensibilidade do amendoim ao estresse salino na fase de desenvolvimento radicular, especialmente quando exposto precocemente a águas com $\text{CEa} \geq 4,0 \text{ dS m}^{-1}$, como demonstrado por Sousa et al. (2022, 2024), que observaram reduções significativas no comprimento radicular e na biomassa radicular já aos 30–45 DAS sob essa condição.

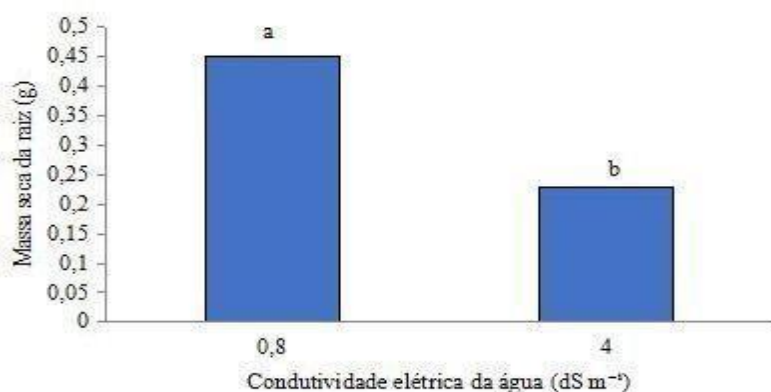


Figura 4. Massa seca da raiz em amendoim irrigado com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação. Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Observa-se na Figura 5, definida como a soma da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca da raiz (MSR), foi significativamente afetada pelo estresse salino, com redução média sob $\text{CEa} = 4,0 \text{ dS m}^{-1}$ em comparação à condição de baixa

salinidade ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) efeito atribuído à queda no potencial osmótico, ao desequilíbrio iônico e ao estresse oxidativo induzidos pelos sais no substrato (TAIZ et al., 2017; DIAS et al., 2016). Contudo, verificou-se interação significativa ($p \leq 0,01$) entre CEa e os tratamentos (Tabela 1), indicando que a resposta da MST ao estresse depende diretamente da estratégia de inoculação e adubação empregada.

Destaca-se o tratamento I4 (Biomaphos aplicado no solo + 100% da adubação fosfatada), que apresentou os maiores valores de MST em ambas as condições de salinidade e foi o único capaz de atenuar significativamente o impacto negativo da CEa $= 4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

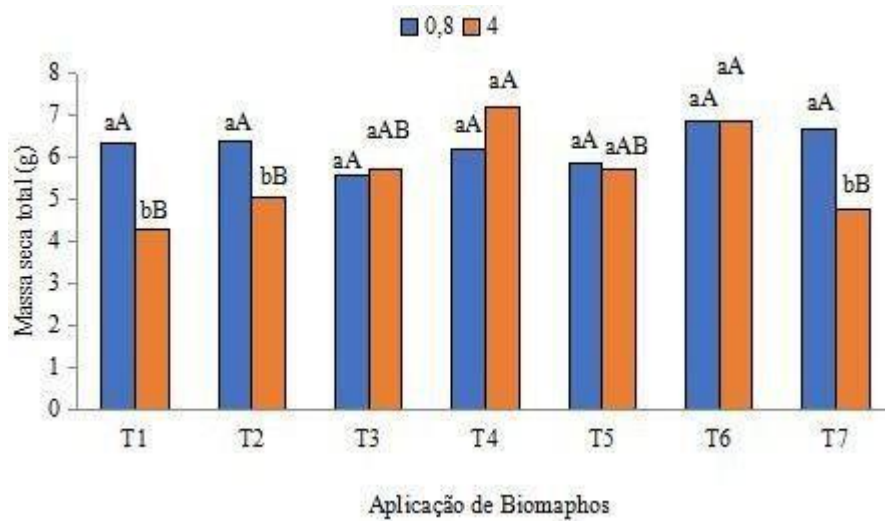


Figura 5. Massa seca total irrigada com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação e métodos de semeadura, semeadura direta (SD) e transplantio (TP).

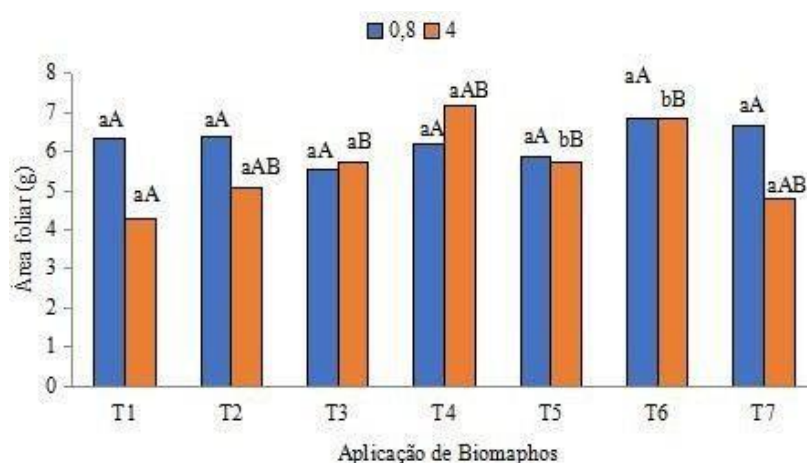
Esse desempenho superior corrobora os achados de Oliveira et al. (2024), que observaram aumento da biomassa total em amendoim inoculado com *Bacillus* spp. sob estresse salino, especialmente quando associado à adubação fosfatada. Da mesma forma, Santos et al. (2024) relataram que a regulação da homeostase iônica mediada por bactérias promotoras de crescimento contribui para a manutenção do crescimento sob salinidade, enquanto Guilherme et al. (2021) verificaram que a combinação entre bioinsumos e adubação fosfatada preserva a biomassa mesmo com uso de águas salinas.

Além disso, os tratamentos I5 (Biomaphos no solo + 50% de P) e I6 (sem Biomaphos + 100% de P) também apresentaram desempenho relativamente elevado sob alta salinidade, indicando que tanto a inoculação no solo quanto a suplementação fósfora plena isoladamente têm potencial mitigador porém, o efeito mais robusto ocorre quando ambos são combinados, como em I4. Em contrapartida, os tratamentos I1 (controle) e I7

(sem Biomaphos + 50% de P) sofreram as maiores reduções na MST sob CEa = 4,0 dS m⁻¹, corroborando os relatos de Barbosa et al.(2022) e Lessa et al. (2021) sobre a vulnerabilidade do amendoim em condições de baixa nutrição e ausência de bioestimulação.

Esses resultados reforçam que a aplicação de Biomaphos no solo, associada à adubação fosfatada completa, constitui uma estratégia eficaz e sustentável para mitigar os efeitos adversos da salinidade e preservar o crescimento inicial do amendoim especialmente em ambientes semiáridos onde o uso de águas salobras é inevitável.

A área foliar (AF) foi reduzida pelo estresse salino (4,0 dS m⁻¹), resultado consistente com os efeitos osmóticos que limitam a expansão celular foliar (Figura 6). Entretanto, os tratamentos com Biomaphos atenuaram essa redução. O tratamento I4 (Biomaphos no solo + 100% de P) destacou-se por apresentar uma maior AF em ambas as condições de salinidade, diminuindo que o inoculante preserve a expansão foliar mesmo sob adversidade. A redução na área foliar sob salinidade também foi relatada por Sousa et al. (2024), que verificaram comprometimento da arquitetura da copa e decréscimo na massa seca da parte aérea em amendoim submetido a CEa ≥ 3,5 dS m⁻¹ efeito atenuado no genótipo BR 1, utilizado no presente estudo. Resultados semelhantes foram relatados por Oliveira et al. (2024), que verificaram a preservação da área foliar e do índice SPAD em amendoim inoculado com *Bacillus* spp. sob estresse salino.



Na Figura 6 observa-se que a área foliar sob o estresse salino (4,0 dS m⁻¹) reduziu a área foliar, resultado consistente com os efeitos osmóticos que limitam a expansão celular foliar e comprometem a arquitetura da copa (Dias et al., 2016; Taiz et al., 2017). Contudo, os tratamentos com Biomaphos atenuaram essa redução, especialmente o I4 (Biomaphos no solo + 100% de P), que se destacou por apresentar maior área foliar em ambas as

condições de salinidade, indicando que o inoculante preserva a expansão foliar mesmo sob adversidade.

Esse efeito corrobora os achados de Sousa et al. (2024), que observaram maior turgidez celular e manutenção da arquitetura foliar em plantas tratadas com bioinsumos sob salinidade, e de Oliveira et al. (2024), que também verificaram preservação da área foliar e do índice SPAD em amendoim inoculado com *Bacillus* spp. sob estresse salino. A manutenção da área foliar é crucial para garantir a capacidade fotossintética e o acúmulo de fotoassimilados (Johnston et al., 2014). O tratamento I6 (sem Biomaphos + 100% de P) também manteve desempenho relativamente elevado, possivelmente devido à suplementação com fósforo em dose plena nutriente essencial para a divisão e expansão celular, reduções significativas sob salinidade, corroborando os resultados de Barbosa et al. (2022) e Lessa et al. (2021).

De forma geral, a combinação entre inoculação com Biomaphos e adubação fosfatada completa demonstrou potencial para mitigar os efeitos deletérios da salinidade, promovendo maior manutenção da área foliar e, conseqüentemente, maior eficiência fotossintética padrão já descrito por Abdelmoteleb & Gonzalez-Mendoza (2020) em leguminosas sob estresse salino.

CONCLUSÕES

O estresse salino afetou negativamente o diâmetro do caule e a massa seca da raiz na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.).

O tratamento com Biomaphos via solo + 100% da adubação fosfatada atenuou o estresse salino para massa seca total e a área foliar.

A aplicação de Biomaphos via semente + 100% da adubação fosfatada e sem Biomaphos + 50% adubação fosfatada e o tratamento controle, foram eficiente para elevar a massa seca total.

REFERÊNCIAS

ABDELMOTELEB, A. M. R.; GONZALEZ-MENDOZA, D. ***Bacillus* spp. as a tool to enhance salt stress tolerance in legume crops: physiological and molecular insights.** Plant Physiology and Biochemistry, v. 157, p. 286–295, dez. 2020.

ABREU, F. S. et al. **Estresse salino e adubação potássica no desempenho agrônômico da cultura do amendoim.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 37, e11996, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.1590/1983-21252024v3711996rc>

ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v. 22, p. 711–728, 2013.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999.

BARBOSA, A. S. et al. **Trocas gasosas e crescimento da cultura do amendoim submetida a estresse salino e hídrico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 26, p. 557–563, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n8p557-563>

BERNARDO, S. et al. Manual de irrigação. 9. ed. Viçosa: Editora UFV, 2019.

CASTALDI, S. et al. **Use of halotolerant *Bacillus amyloliquefaciens* RHF6 as a bio-based strategy for alleviating salinity stress in *Lotus japonicus* cv. Gifu.** Microbiological Research, v. 8, p. 127274, 2023.

DIAS, A. S. et al. Crescimento e acúmulo de biomassa em amendoim submetido ao estresse salino. In: **SALINIDADE EM AMBIENTES AGRÍCOLAS: avanços e desafios.** Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. p. 35–50.

FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e cálculo para o Estado do Ceará.** Fortaleza: UFC, 1993.

GUILHERME, J. M. S. et al. **Água salina e adubação fosfatada na cultura do amendoim.** Irriga, Botucatu, Edição Especial – Inovagri, v. 4, p. 704–713, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2021v1n4p704-713>

JOHNSTON, A. E. et al. **Fósforo: seu uso eficiente na agricultura.** In: FÓSFORO NA AGRICULTURA: 100% ZERO. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2014. p. 1–30.

LESSA, C. O. M. et al. **Influência da cobertura morta vegetal e da salinidade sobre**

as trocas gasosas de genótipos de amendoim. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 15, p. 88–96, 2021. DOI: <https://doi.org/10.7127/rbai.v1501203>

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 3. ed. London: Academic Press, 2012.

OLIVEIRA, G. S. et al. Phosphate fertilization, biofertilizer and *Bacillus* sp. in peanut cultivation under salt stress. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 28, e279003, 2024.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000.

RIBEIRO, J. E. S. et al. Allometric models to estimate peanuts leaflets area by non-destructive method. Bragantia, v. 81, p. 1–13, 2022.

SANTOS, M. F. et al. Inoculation of nitrogen-fixing bacteria to mitigate the negative effect of brackish water on peanuts. Australian Journal of Crop Science, v. 18, n. 6, p. 299–304, 2024.

SILVA, E. B. et al. **Crescimento e nutrição da cultura do amendoim submetida a estresse salino e adubação organomineral.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 26, p. 495–501, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n7p495-501>

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733–3740, 2016.

SOUSA, G. G. et al. **Emergência, crescimento inicial e biomassa de genótipos de amendoim irrigados com águas salobras.** Recursos Hídricos e Manejo da Irrigação, Cruz das Almas, v. 13, n. 1–3, p. 110–119, 2024.

SOUSA, H. C. et al. **Estresse salino na fase inicial de desenvolvimento de genótipos de amendoim.** Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 21, p. 441–448, 2022.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017.