

## RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO GERGELIM AO ESTRESSE SALINO SOB ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO

Lucas Sousa do Nascimento<sup>1</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>2</sup>, Benito Moreira de Azevedo<sup>3</sup>,  
Janaina Ferreira Ribeiro<sup>4</sup>, Marlos Alves Bezerra<sup>5</sup>, Lucas Rodrigues Simões<sup>6</sup>

**RESUMO:** Estratégias de manejo nutricional surgem como alternativas para mitigar o estresse salino. Diante disso, objetivou-se avaliar as respostas fisiológicas do gergelim ao estresse salino, submetido a diferentes estratégias de adubação. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x2, com quatro repetições. Correspondendo à seis estratégias de adubação: E1 = 100% biofertilizante de camarão (BC); E2 = 70% BC (fundação) + 30% NPK (cobertura); E3 = 50% BC (fundação) + 50% NPK (cobertura); E4 = 100% NPK; E5 = 70% NPK (fundação) + 30% BC (cobertura); E6 = 50% NPK (fundação) + 50% BC (cobertura) e duas condutividade elétrica da água de irrigação: 0,8 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>. Foram avaliadas as variáveis fisiológicas: assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e a transpiração. A salinidade reduziu significativamente os parâmetros fisiológicos, especialmente nas estratégias com maior concentração de biofertilizante aplicado em fundação. A estratégia E6 apresentou maior estabilidade nas variáveis avaliadas, mesmo sob alta salinidade. O uso do biofertilizante de camarão é uma alternativa sustentável para o cultivo em ambientes salinos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sesamum indicum* L., Salinidade, Biofertilizante de camarão

## PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF SESAME TO SALINE STRESS UNDER FERTILIZATION STRATEGIES

**ABSTRACT:** Nutritional management strategies emerge as alternatives to mitigate the effects of salinity. Therefore, the objective of this study was to evaluate the physiological responses of

<sup>1</sup> Mestrando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fone (85) 98709-3268, e-mail nascimentols@alu.ufc.br

<sup>2</sup> Prof<sup>a</sup> Doutor, Inst de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unilab, Redenção, CE.

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup> Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

<sup>4</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, SENAR, Pacatuba, CE.

<sup>5</sup> Pesquisador, Embrapa, Laboratório de Fisiologia Vegetal, Fortaleza, CE.

<sup>6</sup> Doutorando, Depto de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

sesame to saline stress, subjected to different fertilization strategies. A completely randomized design was used in a 6x2 factorial scheme, with four replications. Corresponding to six fertilization strategies: E1 = 100% shrimp biofertilizer (BC); E2 = 70% BC (foundation) + 30% NPK (cover); E3 = 50% BC (foundation) + 50% NPK (cover); E4 = 100% NPK; E5 = 70% NPK (foundation) + 30% BC (cover); E6 = 50% NPK (foundation) + 50% BC (cover) and two electrical conductivities of irrigation water: 0.8 and 3.0 dS m<sup>-1</sup>. The physiological variables were evaluated: CO<sub>2</sub> assimilation, stomatal conductance and transpiration. Salinity significantly reduced the physiological parameters, especially in the strategies with a higher concentration of biofertilizer applied to the foundation. The E6 strategy showed greater stability in the evaluated variables, even under high salinity. The use of shrimp biofertilizer is a sustainable alternative for cultivation in saline environments

**KEYWORDS:** *Sesamum indicum* L., Salinity, Shrimp biofertilizer.

## INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) apresenta elevado potencial produtivo para o cultivo em regiões semiáridas, devido à sua rusticidade. No entanto, a salinidade da água de irrigação representa um fator limitante à expansão da cultura, o acúmulo de sais afeta diretamente os processos fisiológicos das plantas, comprometendo seu crescimento e produtividade (Oliveira et al., 2024).

Neste cenário, busca-se formas de mitigar os efeitos deletérios da salinidade e de forma sustentável, entre elas, destaca-se a adubação organomineral, que combina a ação imediata dos fertilizantes minerais com os benefícios dos compostos orgânicos, capaz de melhorar a estrutura do solo, aumentar a retenção de água, fortalecendo a tolerância das plantas à salinidade e melhorando a eficiência na absorção de nutrientes (Liu et al., 2022).

Nesse contexto, o biofertilizante à base de resíduos de camarão surge como uma alternativa viável, por ser rico em nutrientes e representar uma solução ambientalmente adequada para reaproveitamento de resíduos (Fatima et al., 2018). Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar as respostas fisiológicas do gergelim ao estresse salino, submetido a diferentes estratégias de fertilização.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto a novembro, em casa de vegetação na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará (UFC), campus do Pici, Fortaleza – CE (3°44'44"S; 38°34'55"W; altitude 25 m).

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x2, com quatro repetições. Correspondendo à seis estratégias de adubação: E1 = 100% biofertilizante de camarão (BC); E2 = 70% BC (fundação) + 30% NPK (cobertura); E3 = 50% BC (fundação) + 50% NPK (cobertura); E4 = 100% NPK; E5 = 70% NPK (fundação) + 30% BC (cobertura); E6 = 50% NPK (fundação) + 50% BC (cobertura) e duas condutividade elétrica da água de irrigação: 0,8 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>.

A adubação mineral foi realizada com base na análise química do substrato (Tabela 1) e nas recomendações de Beltrão et al. (2001), nas quais correspondem a 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg de ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, ajustada ao cultivo em vasos, aplicando-se 4,0 g de N, 8,0 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 6,0 g de K<sub>2</sub>O.

**Tabela 1.** Atributos químicos do substrato utilizado no experimento.

MO	N	P	K	Ca	Mg	Na	pH	PST	CEes
----- g kg <sup>-1</sup> -----							H <sub>2</sub> O	(%)	dS m <sup>-1</sup>
4,18	0,25	0,06	1,32	1,80	0,60	0,41	6	9	1,13

MO = matéria orgânica; PST = porcentagem de sódio trocável; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

O biofertilizante foi obtido por hidrólise enzimática de resíduos de camarão e aplicado semanalmente (500 mL vaso<sup>-1</sup>) na proporção de 1:10. Antes do início das adubações, uma amostra de 1 L do biofertilizante de camarão diluído foi coletada para caracterização dos atributos químicos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização química do biofertilizante de camarão.

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
----- g L <sup>-1</sup> -----					----- mg L <sup>-1</sup> -----			
1,6	2,86	0,27	0,49	0,12	12,72	12,6	5,80	15,3

A irrigação foi manual, diária, com fração de lixiviação de 15%, determinada por lisímetro de drenagem (Bernardo et al., 2019). A solução salina foi composta por NaCl, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O (7:2:1).

Aos 45 dias após a semeadura - DAS, avaliaram-se a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A, mmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática (gs, mol m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>) e a transpiração (E, mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). As leituras foram realizadas utilizando analisador IRGA (LI-6400xt, LI-COR Biosciences). Os

dados foram submetidos à ANOVA e, quando significativo, ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software R 4.1.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância (Tabela 3) mostra que houve efeito significativo ( $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ ) entre as estratégias de adubação (E) e condutividade elétrica da água (CEa) para assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e transpiração.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e transpiração em plantas de gergelim sob diferentes estratégias de adubação e níveis de condutividade elétrica.

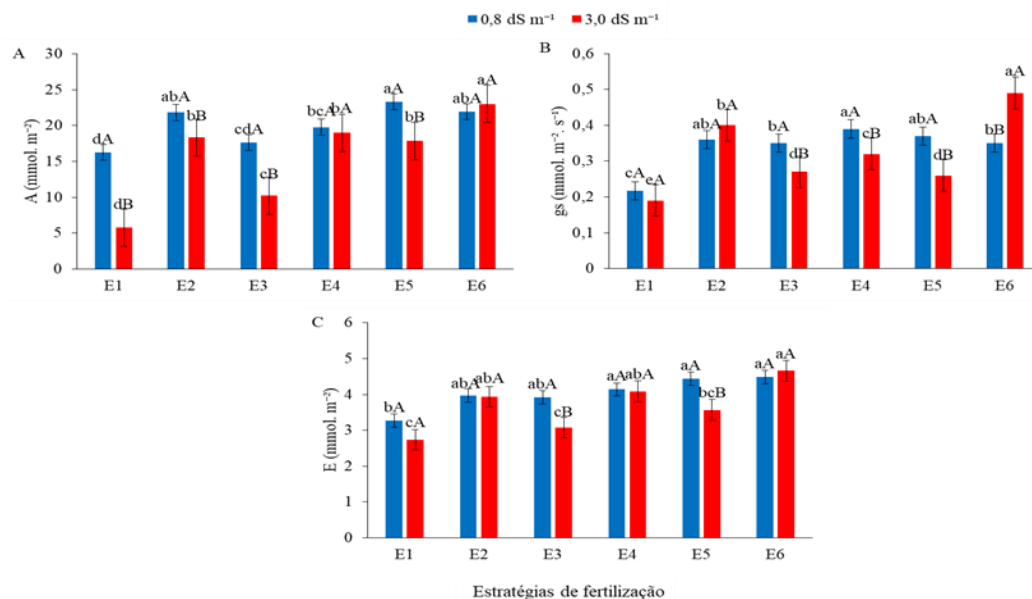
FV	GL	QUADRADO MÉDIO		
		A	gs	E
Estratégias (E)	5	157,24**	0,04**	2,34**
Condutividade elétrica da água (CEa)	1	233,90**	0,01**	1,54**
E x CEa	5	36,53**	0,01**	0,40*
Tratamentos	11	109,34**	0,02**	1,39**
Resíduos	36	1,76	0,01	0,16
CV (%)		7,43	5,42	10,47

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; CV (%) – coeficiente de variação; \*, \*\*, ns – significativo a  $p \leq 0,05$ ,  $p \leq 0,01$  e não significativo, respectivamente.

A assimilação de CO<sub>2</sub> foi reduzida pela salinidade da água em todas as estratégias, exceto em E4 e E6. As estratégias E1 e E3 apresentaram os menores valores de A em ambos os níveis de salinidade, indicando baixa eficiência dessas estratégias. Por outro lado, a E6 destacou-se mesmo sob o aumento do nível salino, se manteve estável, sugerindo maior eficiência fisiológica (Figura 1A).

A condutância estomática apresentou reduções com aumento da salinidade da água de irrigação nas estratégias E3, E4 e E5, enquanto as estratégias E1 e E2 mantiveram valores estáveis, e em E6, que apresentou aumento significativo. A estratégia E1 apresentou os menores valores em ambos os níveis de salinidade, evidenciando baixa atividade estomática.

O aumento significativo da gs em E6 sugere maior capacidade de regulação estomática e eficiência fisiológica, em concordância com os resultados de assimilação de CO<sub>2</sub> observados na figura 1 (Figura 1B). A salinidade da água de irrigação reduziu a transpiração nas estratégias E1, E3 e E5, já as estratégias E2, E4 e E6 manteve os valores estáveis (Figura 1C).



**Figura 1.** Valores médios da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (B) e transpiração (C) em plantas de gergelim submetidas a diferentes estratégias de fertilização e estresse salino. E1 - 100% biofertilizante de camarão (BC); E2 - 70% BC (fundação) + 30% NPK (cobertura); E3 - 50% BC (fundação) + 50% NPK (cobertura); E4 - 100% NPK; E5 = 70% NPK (fundação) + 30% BC (cobertura); E6 - 50% NPK (fundação) + 50% BC (cobertura). Colunas seguidas da mesma letra maiúscula, para os níveis de salinidade, e minúsculas para as estratégias de fertilização, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), barras verticais representam erro padrão ( $n=4$ )

O estresse salino compromete diversos processos fisiológicos nas plantas, sendo o fechamento estomático uma resposta adaptativa para evitar a perda de água e absorção de íons tóxicos (Lima et al., 2019). Esse mecanismo, por sua vez, afeta diretamente a assimilação de CO<sub>2</sub> e a transpiração, ao dificultar a entrada de CO<sub>2</sub> e regulando o balanço hídrico da planta (Taiz et al., 2021). A estabilidade fisiológica observada, especialmente na estratégia E6, pode estar associada ao efeito do biofertilizante aplicado em cobertura. Já que fertilizantes orgânicos tendem a melhorar a disponibilidade de nutrientes e a retenção de água, dessa forma diminuindo o estresse osmótico (Hareem et al., 2024).

## CONCLUSÕES

O uso da estratégia 3 (50% BC (fundação) + 50% NPK (cobertura)) e 5 (70% NPK (fundação) + 30% BC (cobertura)) associadas a água de menor salinidade proporciona maior desempenho em taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e a transpiração.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - (311828/2022-1) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical – INCTAgriS (CNPq/FUNCAP/CAPES), pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÃO, N. M.; VIERIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2001. 348 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2019.

HAREEM, M.; DANISH, S.; OBAID, S. A.; ANSARI, M. J.; DATTA, R. Mitigation of drought stress in chili plants (*Capsicum annuum* L.) using mango fruit waste biochar, fulvic acid and cobalt. **Sci Rep**, v. 14, p. 14270, 2024.

LIMA, G. S. DE; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, p.214-225, 2019.

LIU, Y.; XUN, W.; CHEN, L.; XU, Z.; ZHANG, N.; FENG, H.; ZHANG, Q.; ZHANG, R. Rhizosphere microbes enhance plant salt tolerance: Toward crop production in saline soil. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, v. 20, p. 6543–6551, 2022.

OLIVEIRA, F. A.; SANTOS, S. T.; MELO, M. R. S.; OLIVEIRA, M. K.; TRAVASSOS, K. D.; SOUSA, L. V.; PINTO, F. F. Gas exchange and growth of bell pepper grown in different substrates under salinity stress. **Horticultura Brasileira**, v. 42, p. e288866, 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, IM; MURPHY, A. **Fundamentos de fisiologia vegetal**. 1.ed. Porto Alegre: Artmed, 2021. 558p