

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO GERGELIM SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA, MINERAL E ESTRESSE SALINO

Bidamissa Mané¹, Lucas Sousa do Nascimento², Benito Moreira de Azevedo³, Janaina Ferreira Ribeiro⁴, Geocleber Gomes de Sousa⁵, Ruan Santana Cavalcante⁶

RESUMO: O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma cultura promissora para o semiárido brasileiro, mas seu desempenho pode ser comprometido pela salinidade do solo, que afeta a absorção de água e nutrientes. Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito do estresse salino nas respostas fisiológicas do gergelim sob adubação orgânica e mineral. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Ceará – UFC. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×2 , sendo quatro fontes de adubação (NPK, biofertilizante da CAGECE – BC, de aves – BA, e de camarão – BCA) e dois níveis de salinidade da água ($0,8$ e $3,0$ dS m⁻¹). Aos 45 dias após semeadura avaliaram-se a taxa de assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração. A adubação mineral associada a água de menor salinidade foi mais eficiente para as variáveis fisiológicas em relação ao tratamento salino.

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

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF SESAME UNDER ORGANIC, MINERAL FERTILIZATION AND SALINE STRESS

ABSTRACT: Sesame (*Sesamum indicum* L.) is a promising crop for the Brazilian semi-arid region, but its performance can be compromised by soil salinity, which affects water and nutrient uptake. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of salt stress on the physiological responses of sesame under organic and mineral fertilization. The

¹ Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção-CE, CEP: 62790-000 Fone: (85) 999673770 e-mail: manebidamissa@gmail.com.

² Mestrando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

³ Profª Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

⁴ Engª Agrônoma, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, SENAR, Pacatuba, CE

⁵ Profª Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB, Redenção, CE.

⁶ Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Ceará (UFC). A completely randomized design was used in a 4×2 factorial scheme, with four fertilization sources (NPK, CAGECE biofertilizer – BC, poultry biofertilizer – BA, and shrimp biofertilizer – BCA) and two salinity levels of irrigation water (0.8 and 3.0 dS m^{-1}). At 45 days after sowing, the CO_2 assimilation rate, stomatal conductance, and transpiration were evaluated. Mineral fertilization associated with lower salinity water was more efficient for physiological variables in relation to saline treatment.

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

INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) apresenta elevado potencial produtivo para os próximos anos no Brasil, representando uma alternativa importante para a diversificação agrícola (Martins et al., 2024). Geralmente, seu cultivo é realizado em regiões áridas e semiáridas, caracterizadas por chuvas irregulares e altas temperaturas. A salinidade reduz o potencial osmótico do solo, prejudicando a absorção de água e nutrientes pelas plantas, o que afeta seu crescimento e parâmetros fisiológicos (Sousa et al., 2023). Nesse contexto, buscam-se alternativas para mitigar os efeitos negativos da salinidade, sendo o manejo da adubação com fontes orgânicas e minerais uma opção promissora. Abreu et al. (2024) constataram efeito positivo da adubação potássica na cultura do amendoim sob estresse salino. Já Mamouni et al. (2025) observaram efeito positivo do uso de biofertilizante no crescimento do trigo e na fertilidade do solo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estresse salino nas respostas fisiológicas do gergelim sob diferentes tipos de adubação orgânica e mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto e novembro em casa de vegetação na Estação Agrometeorológica da UFC, Fortaleza - CE ($3^{\circ}44'44''\text{S}$; $38^{\circ}34'55''\text{W}$; 25 m alt.).

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 4×2 , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro fontes de adubação: biofertilizante da Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE (BC), biofertilizante de aves (BA),

biofertilizante de camarão (BCA) e adubação mineral (NPK), combinadas com duas condutividades elétricas da água de irrigação ($0,8$ e $3,0$ dS m $^{-1}$).

A adubação mineral foi realizada conforme as recomendações de Beltrão et al. (2001), com 40 kg ha $^{-1}$ de N, 80 kg ha $^{-1}$ de P₂O₅ e 60 kg ha $^{-1}$ de K₂O. Para fins de adubação em vaso foi considerado um stand de 10.000 plantas ha $^{-1}$ aplicando-se $4,0$ g de N, $8,0$ g de P₂O₅ e $6,0$ g de K₂O, nas fontes de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio (Semedo et al., 2024). A adubação orgânica (3 L planta $^{-1}$) foi aplicada semanalmente (500 mL vaso $^{-1}$).

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, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O, na proporção de $7:2:1$ respectivamente, obedecendo a relação entre a condutividade elétrica da água (CEa) e sua concentração (mmol L $^{-1}$ = CE x 10), de acordo com a metodologia proposta por Rhodes et al. (2000).

Aos 45 dias após a semeadura (DAS), foram avaliadas taxa de assimilação de CO₂ (A, mmol.m $^{-2}$), condutância estomática (gs, mmol.m $^{-2}.\text{s}^{-1}$) e transpiração (E, mmol.m $^{-2}$), utilizando analisador IRGA (LI-6400xt, LI-COR Biosciences). Os dados foram submetidos à ANOVA e, quando significativos, ao teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do software R 4.1.1. (R CORE TEAM, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), houve interação significativa entre as fontes de adubação e a condutividade elétrica da água de irrigação para A ($p \leq 0,05$), gs ($p \leq 0,05$) e E ($p \leq 0,01$)

Tabela 1. Resumo da análise de variância para assimilação de CO₂ (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) em plantas de gergelim submetidas a diferentes fontes de adubação e condutividade elétrica da água de irrigação.

FV	GL	Quadrado médio		
		A	gs	E
Fontes de adubação (F)	3	118,27**	0,045**	2,35**
Condutividade elétrica da água (CEa)	1	14,33 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,01**
F x CEa	3	20,10*	0,014*	1,14**
Resíduo	24	6,53	0,001	6,45
CV (%)		14,95	10,43	13,96

FV – fonte de variação; GL – graus de liberdade; CV (%) – coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ns – não significativo.

A taxa de assimilação de CO₂ foi influenciada pela salinidade e pelas fontes de adubação. Em condição não salina, os maiores valores ocorreram com NPK e BC, enquanto BA e BCA tiveram os menores. A salinidade reduziu a assimilação em mais de 30% nas plantas com NPK, indicando maior sensibilidade. Já os tratamentos com BC, BA e BCA mantiveram estabilidade entre os níveis de CEA, sugerindo maior resistência fisiológica (Figura 1).

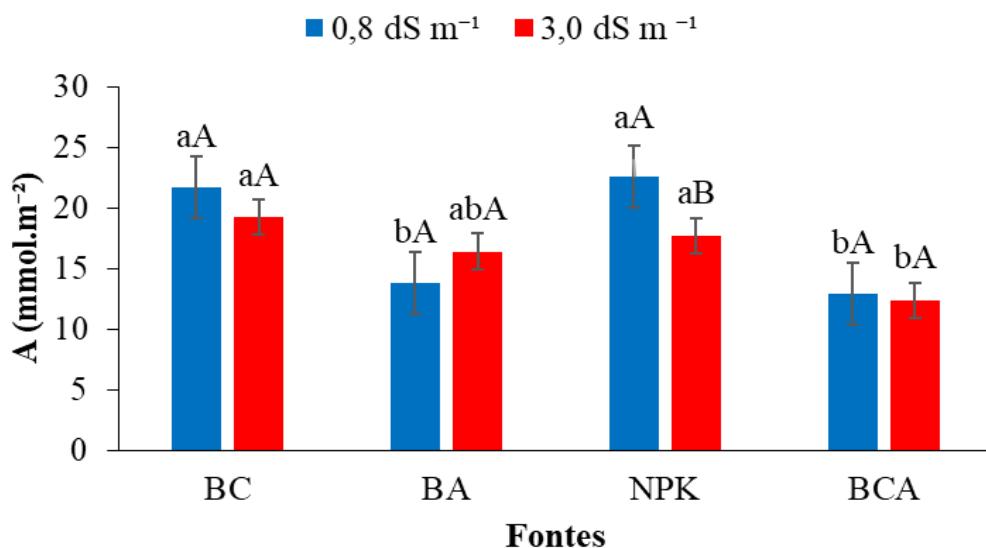


Figura 1. Taxa de assimilação de CO₂ em plantas de gergelim sob diferentes fontes de adubação. BC Biofertilizante CAGECE; BA – biofertilizante de aves; BCA – biofertilizante de camarão. Letras maiúsculas compararam os valores médios de CEA em cada fonte de adubação, e letras minúsculas compararam os valores médios das diferentes fontes de adubação no mesmo nível de Cea. Médias com as mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão ($n=4$).

A redução na assimilação de CO₂ sob o aumento da CEA está associada ao fechamento parcil dos estômatos, que restrigem a entrada de CO₂ na câmara subestomática e consequentemente afetando a capacidade fotossintética das plantas. (Mendonça et al., 2024). Resultados semelhantes foram relatados por Dias et al. (2021), que observaram redução linear na assimilação de CO₂ com o aumento da salinidade em plantas de gergelim sob adubação fosfatada.

A condutância estomática (gs) foi significativamente afetada pela interação entre salinidade e adubação. Em baixa salinidade, o NPK apresentou os maiores valores, seguido pelo BC. Com o aumento da salinidade, gs aumentou nos tratamentos com BC e BA, sugerindo maior eficiência na regulação estomática. Já o NPK teve queda acentuada, enquanto o BCA manteve valores baixos e estáveis, indicando menor influência na abertura estomática do gergelim (Figura 2).

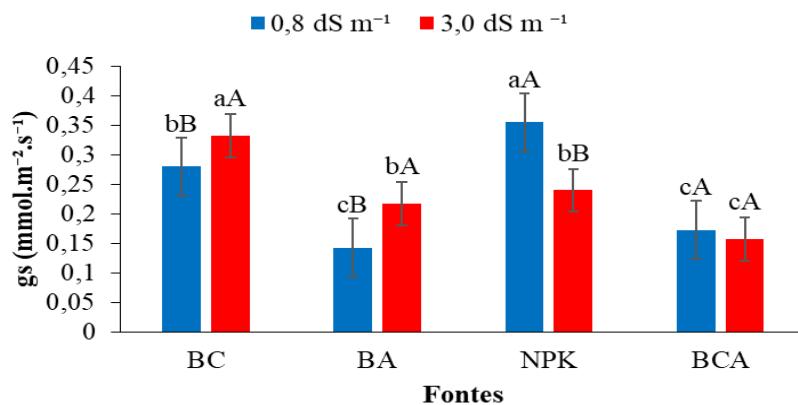


Figura 2. Condutância estomática em plantas de gergelim sob diferentes fontes de adubação. BC - Biofertilizante CAGECE; BA – biofertilizante de aves; BCA – biofertilizante de camarão. Letras maiúsculas comparam os valores médios de CEA em cada fonte de adubação, e letras minúsculas comparam os valores médios das diferentes fontes de adubação no mesmo nível de Cea. Médias com as mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão ($n=4$).

A redução da condutância estomática sob estresse salino é uma estratégia adaptativa que ajuda a conservar água na planta, minimizando perdas para a atmosfera (Sabino et al., 2021). De forma semelhante, Silva et al. (2021) observaram que genótipos de gergelim reduziram a g_s como mecanismo de resistência ao uso de águas salinas.

A transpiração (E) foi influenciada pelas fontes de adubação e salinidade. Apenas o NPK apresentou redução significativa sob estresse salino. Os tratamentos com BC, BA e BCA mantiveram E estável, com destaque para o aumento observado com BA, indicando possível resposta compensatória. O BCA apresentou os menores valores médios de E em ambos os níveis de salinidade, sugerindo baixa eficiência nas trocas gasosas (Figura 3).

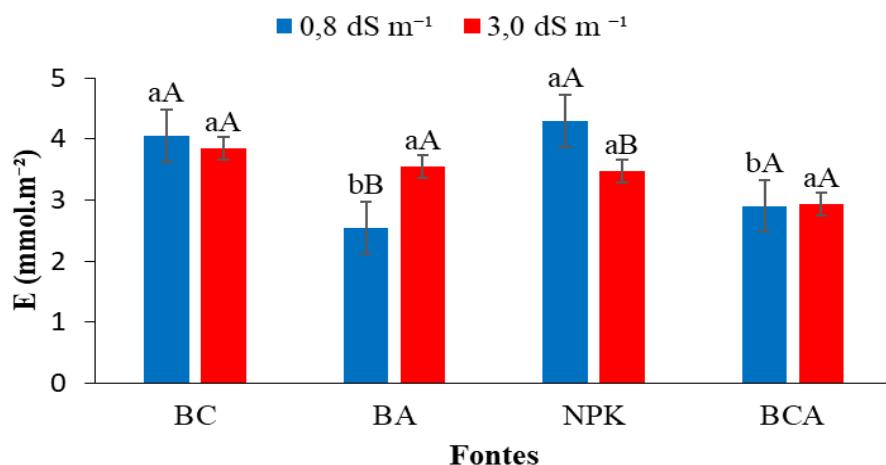


Figura 3. Transpiração (E) em plantas de gergelim, sob diferentes fontes de adubação. BC Biofertilizante CAGECE; BA – biofertilizante de aves; BCA – biofertilizante de camarão. Letras maiúsculas comparam os valores médios de CEA em cada fonte de adubação, e letras minúsculas comparam os valores médios das diferentes fontes de adubação no mesmo nível de Cea. Médias com as mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão ($n=4$).

A redução da transpiração com NPK pode estar relacionada à limitação estomática, causada pela menor absorção de água, o que restringe a saída de vapor d'água e a entrada de CO₂ nas células (Lacerda et al., 2020). A relativa estabilidade fisiológica observada nas plantas sob adubação orgânica pode ser atribuída aos efeitos benéficos desses fertilizantes, os quais promovem maior disponibilidade de nutrientes e incremento na retenção de água no solo, contribuindo assim para a atenuação do estresse osmótico (Hareem et al., 2024).

CONCLUSÕES

A adubação mineral associada à água de menor salinidade foi mais eficiente para as variáveis fisiológicas do gergelim (*Sesamum indicum* L.) em relação ao tratamento salino.

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

- ABREU, F. S.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; BALDÉ, B.; LACERDA, C. F.; GOES, G. F.; GOMES, K. R.; COSTA, P. B. C. Salt stress and potassium fertilization on the agronomic performance of peanut crop. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e11996, 2024.
- BELTRÃO, N. M.; VIEIRA, 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.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; SILVA, S. S.; SOARES, L. A. A.; CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; LACERDA, C. N.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, photosynthetic pigments, and

photochemical efficiency of sesame under salt stress and phosphate fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 1237–1256, 2021.

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. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65082-5>

LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, E. V.; NEVES, A. L. R.; GHEYI, H. R.; BEZERRA, M. A.; COSTA, C. A. G. Morphophysiological responses and mechanisms of salt tolerance in four ornamental perennial species under tropical climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 10, p. 656–663, 2020.

MAMOUNI, F. Z.; EL MOUSSAOUI, A.; OULAD, M. M.; BENSLIMANE, H.; ZOUAHRI, A. Avaliação do impacto de biofertilizantes vs. fertilizantes químicos no crescimento do trigo e na fertilidade do solo usando mapas auto-organizáveis. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 2025.

MARTINS, L. A.; MAIA, J. C. S.; BASÍLIO, J. P.; CAMILI, E. C.; MELO, S. P. Growth and seed yield of K3 sesame crops in a typic hapludox with potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e12504, 2024.

MENDONÇA, A. J. T.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; SÁ, V. K. N. O.; SILVA, S. S.; TORRES, R. A. F.; FERREIRA, J. T. A.; GHEYI, H. R. Gas exchange, photochemical efficiency and growth of hydroponic okra under salt stress and salicylic acid. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e12143, 2023. <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v3712143rc>

SABINO, F. C.; SOUZA, L. S. B.; SOUZA, M. A. G.; BARROS, J. P. A.; LUCENA, L. R. R.; JARDIM, A. M. R. F.; ROCHA, A. K. P.; SILVA, T. G. F. Morphological characteristics, biomass accumulation and gas exchange of an important species native for restoration in Semi-arid Brazilian areas affected by salt and water stress. **Plant Stress**, v. 2, 2021.

SEMEDO, T. C. M.; SOUSA, G. G.; SOUSA, H. C.; SCHNEIDER, F.; LIMA, J. M. P.; GOMES, K. R.; SIMPLÍCIO, A. Á. F.; SARAIVA, K. R. Production and fruit quality of Italian zucchini under brackish water irrigation strategies. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental**, v. 28, n. 10, p. e277139, 2024. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v28n10e277139>

SILVA, A. A. R.; LACERDA, C. N.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Morphophysiology of sesame genotypes submitted to different strategies for the use of saline water. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 42–55, 2021.

SOUSA, G. G.; SOUSA, H. C.; LESSA, C. I.; GOES, G. F.; FREIRE, M. H. C.; SOUZA, M. V. P.; GOMES, S. P.; SCHNEIDER, F. Production of watermelon seedlings in different substrates under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 343–351, 2023.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna: Austria. <https://www.R-project.org/>. 2024.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. 1.Ed. Campo Grande, PB: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos FAO. **Irrigação e Drenagem**, 48).