

ÁCIDO SALICÍLICO E PROLINA NO CRESCIMENTO DA GRAVIOLEIRA CULTIVADA SOB SALINIDADE

Beatriz Meurer Bedra¹, Thainan Sipriano dos Santos², Jucilene Jesus dos Santos³, Lucas Santos Amorim⁴, Keilane Silva Lima⁴, Toshik Iarley da Silva⁵.

RESUMO: A gravioleira (*Annona muricata*) possui potencial produtivo no Nordeste, mas é sensível ao estresse salino. O uso de bioestimulantes pode ser uma alternativa para mitigar os efeitos danosos do estresse salino nestas plantas. Com isso, o objetivo neste estudo foi avaliar a aplicação foliar de ácido salicílico e prolina como atenuante dos danos causados pela salinidade no crescimento inicial de gravioleira ‘Morada Nova’. O experimento foi realizado em casa de vegetação, com oito tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T1= 0 mM NaCl, T2= 0 mM NaCl + ácido salicílico (AS), T3= 0 mM NaCl + prolina (PRO), T4= 0 mM NaCl + AS + PRO, T5= 50 mM NaCl, T6= 50 mM NaCl + AS, T7= 50 mM NaCl + PRO, e T8= 50 mM NaCl + AS + PRO. Foram analisadas variáveis relacionadas ao crescimento e à biomassa das plantas, incluindo altura (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas e massa fresca. Para a determinação da biomassa, as plantas foram separadas em raízes, caule e folhas. A salinidade reduziu a altura, o diâmetro do caule, o número de folhas e a massa seca. A aplicação conjunta de ácido salicílico e prolina foi a mais eficaz na atenuação dos efeitos negativos, promovendo melhor crescimento das plantas em comparação aos tratamentos isolados. Conclui-se que a combinação dos atenuantes pode ser uma estratégia promissora para a produção de mudas desta espécie em ambientes com disponibilidade de água salobra para irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona muricata* L.; Fruticultura; Bioestimulantes.

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CEP 44380-000, Cruz das Almas – BA. Fone (75) 98865-2610. E-mail: beatrizmeurerbedra@outlook.com.

² Doutoranda em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas, BA.

³ Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas, BA

⁴ Graduandos em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁵ Prof. Doutor, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas, BA.

SALICYLIC ACID AND PROLINE ON THE GROWTH OF SOURSOP UNDER SALINITY CONDITIONS

ABSTRACT: Soursop (*Annona muricata*) has productive potential in Northeastern Brazil but is sensitive to salt stress. The use of biostimulants may be a viable strategy to mitigate the harmful effects of salinity on this crop. Therefore, this study aimed to evaluate the foliar application of salicylic acid and proline as mitigators of salt stress damage on the early growth of 'Morada Nova' soursop seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse with eight treatments and five replications. The treatments were: T1 = 0 mM NaCl, T2 = 0 mM NaCl + salicylic acid (SA), T3 = 0 mM NaCl + proline (PRO), T4 = 0 mM NaCl + SA + PRO, T5 = 50 mM NaCl, T6 = 50 mM NaCl + SA, T7 = 50 mM NaCl + PRO, and T8 = 50 mM NaCl + SA + PRO. Growth and biomass-related variables were analyzed, including plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, and fresh mass. For biomass determination, plants were separated into roots, stems, and leaves. Salinity reduced plant height, stem diameter, leaf number, and dry mass. The combined application of salicylic acid and proline was the most effective treatment in mitigating the negative effects, promoting better plant growth compared to the individual applications. It is concluded that the combination of these biostimulants is a promising strategy for seedling production of this species in environments with saline water available for irrigation.

KEYWORDS: *Annona muricata* L.; Fruit growing; Biostimulants.

INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma frutífera perene originária das regiões tropicais da América Central, pertencente à família Annonaceae, cuja importância socioeconômica tem se destacado nos últimos anos em função da crescente demanda por frutas tropicais e de sua ampla aplicação nos setores alimentício e farmacêutico (Freitas et al., 2013; Sánchez et al., 2018). A expansão da produção tem sido impulsionada, sobretudo, pela implantação de pequenas e médias unidades de processamento, que viabilizam a comercialização da fruta na forma de polpa congelada (Bezerra; Lerderman, 2021). Embora possua grande potencial produtivo para região Nordeste, a espécie apresenta sensibilidade ao estresse salino, o que pode comprometer seu crescimento, desenvolvimento e produtividade.

O estresse salino, resultante do acúmulo excessivo de sais no solo ou na água de irrigação pode reduzir o potencial osmótico do solo, comprometendo a absorção de água pelas raízes e ocasionando efeitos fitotóxicos, além de induzir desequilíbrios nutricionais (Nobre et al., 2018). Afeta diretamente o metabolismo vegetal, provocando efeitos osmóticos, iônicos e indução da formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), desencadeando estresse oxidativo. Esse desequilíbrio entre a produção de EROs e a capacidade antioxidante da planta resulta na degradação da clorofila, redução da atividade fotossintética, peroxidação lipídica, desnaturação de proteínas e danos ao material genético (Agami et al., 2016).

Apesar dos efeitos prejudiciais causados pelos sais às plantas, a aplicação foliar de ácido salicílico (AS) e prolina (PRO) podem ser uma alternativa para mitigar esses impactos. O ácido salicílico atua na regulação do crescimento vegetal, favorecendo processos como absorção de nutrientes, florescimento e ativação de enzimas antioxidantes. A prolina, por sua vez, contribui para o ajuste osmótico, estabiliza as células e auxilia na proteção contra danos causados pelo estresse oxidativo (Silva et al., 2020; Monteiro et al., 2014). A aplicação de ácido salicílico tem demonstrado melhorar o crescimento da gravioleira sob estresse salino, ao favorecer as trocas gasosas, reduzir o extravasamento de eletrólitos e promover avanços significativos na morfofisiologia da planta (Silva et al., 2021). De forma semelhante, a aplicação foliar de prolina contribuiu com o aumento do crescimento em altura de plantas, diâmetro de caule e área foliar em mudas de maracujá (Santos et al., 2024).

Com isso, considerando sua importância socioeconômica, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação foliar de ácido salicílico e prolina, isolados e de forma conjunta, como atenuantes dos danos causados pela salinidade no crescimento inicial de gravioleira 'Morada Nova'.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida, entre os meses de agosto e dezembro de 2024, em casa de vegetação do setor destinado a estudos hidropônicos, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil (12°40'19" S, 39°06'23" W, 220 m de altitude). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por oito tratamentos distribuídos em cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais (Tabela 1).

Tabela 1. Detalhamento dos tratamentos para o cultivo de graviola (*Annona muricata* L.) sob salinidade com aplicação de ácido salicílico - AS e prolina - PRO.

Tratamento	Descrição ¹
T1	0 mM de NaCl
T2	0 mM de NaCl + 1,5 mM AS
T3	0 mM de NaCl + 10 mM PRO
T4	0 mM de NaCl + 1,5 mM AS + 10 mM PRO
T5	50 mM de NaCl
T6	50 mM de NaCl + 1,5 mM AS
T7	50 mM de NaCl + 10 mM PR
T8	50 mM de NaCl + 1,5 mM AS + 10 mM PRO

As mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.) cultivar ‘Morada Nova’ foram obtidas por sementes, selecionadas pela sua ampla utilização em pomares comerciais. As sementes foram embebidas em água destilada por 24 horas antes da semeadura, sendo plantadas em sacos plásticos (18 × 25 cm) contendo 2 kg de uma mistura de Latossolo Amarelo e composto orgânico na proporção 3:1 (v:v). Após a emergência, foi realizado o desbaste, mantendo-se a plântula mais vigorosa.

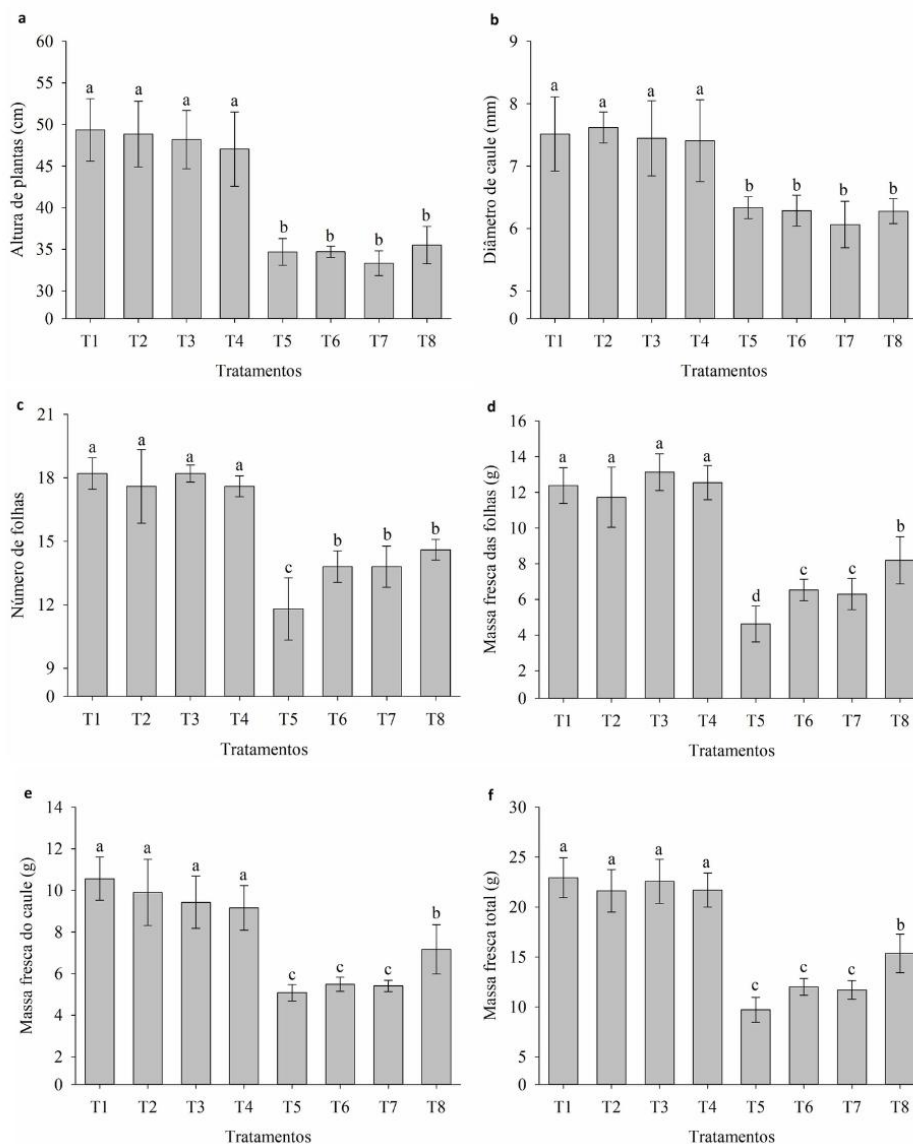
A salinização, com solução de 50 mM de NaCl, iniciou-se aos 36 dias após a emergência, quando as plantas apresentavam de 13 a 15 cm de altura e três a cinco folhas maduras. Para o preparo dessa solução, foram dissolvidos 292,2 g de cloreto de sódio (NaCl) em 100 L de água proveniente do sistema local de abastecimento. A irrigação foi realizada por lisimetria de drenagem com lâmina de lixiviação de 10%, mantendo o substrato constantemente úmido. As soluções de ácido salicílico e prolina, preparadas nas concentrações de 1,5 mM, mediante a dissolução de 0,2072 g L⁻¹ e 10 mM, em 1,1513 g L⁻¹ em água deionizada, respectivamente, foram aplicadas semanalmente por pulverização foliar, no início da manhã, utilizando-se borrifadores manuais. Para melhor aderência, adicionaram-se 0,05% do espalhante adesivo Tween[®] 20 por solução. A adubação foi realizada semanalmente com fertilizante 20-20-20 enriquecido com micronutrientes (Peters[®]), na concentração de 3 g L⁻¹.

A retirada do experimento ocorreu com 125 dias após o início da aplicação da solução salobra. Ao final do experimento, as plantas foram cuidadosamente removidas dos recipientes e avaliadas quanto à altura (cm), diâmetro do caule (mm) e número de folhas. Para determinação da massa fresca as plantas foram separadas em raízes, caule e folhas e pesadas em balança analítica (0,0001 g). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e,

quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) através do programa estatístico R (R Core Team, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estresse salino e a aplicação de ácido salicílico e prolina interferiram no crescimento da gravioleira ‘Morada Nova’ (Figura 1). A salinidade afetou negativamente o crescimento da gravioleira, reduzindo altura (Figura 1A), diâmetro do caule (Figura 1B), número de folhas (Figura 1C) e acúmulo de massa fresca nas diferentes partes da planta (Figuras 1D, 1E e 1F).



Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Altura da planta (a), diâmetro do caule (b), número de folhas (c), massa fresca das folhas (d), massa fresca do caule (e) e massa fresca total (f) de plantas de gravioleira, submetida à salinidade e à aplicação foliar de ácido salicílico de prolina.

Mesmo com a aplicação dos atenuantes ácido salicílico (AS), prolina (PRO) e sua combinação, as plantas sob estresse salino apresentaram desempenho inferior às cultivadas em condições normais. Os resultados evidenciam que os tratamentos sem salinidade promoveram crescimento em altura e diâmetro de caule (Figura 1a e 1b), diferindo significativamente dos tratamentos com salinidade.

A diminuição do número de folhas refletiu diretamente no acúmulo de massa fresca foliar e total. Este resultado também foi visto em capuchinha (*Tropaeolum majus*), por Santos et. al. (2025), que evidenciou que, o estresse salino reduziu o número de folhas em comparação ao controle.

Entre os tratamentos sob salinidade, o controle apresentou o menor número de folhas (Figura 1c), havendo inclusive abscisão foliar das folhas mais velhas durante o experimento. De acordo com Siqueira et al. (2005), ao estudarem algodoeiro, a diminuição tanto do número de folhas quanto da área foliar causada pelo aumento da salinidade na água de irrigação representa uma adaptação fisiológica, como um mecanismo de proteção contra a perda excessiva de água, reduzindo a área de superfície disponível para transpiração. Ademais, Wiladino e Camara (2010), pontuam que uma das alternativas de dessalinização é a abscisão das folhas velhas que acumulam consideráveis quantidades de sais.

Assim, a redução no número de folhas comprometeu diretamente a área fotossintética, limitando a assimilação de carbono e, conseqüentemente, o acúmulo de biomassa foliar. Esse efeito pode ser atribuído à redução do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água, além da indução de estresse oxidativo e desbalanço nutricional, que comprometem processos fisiológicos essenciais ao crescimento vegetal (Nobre et al., 2018; Agami et al., 2016).

Na massa fresca foliar, do caule e total, dentre os tratamentos com salinidade, o controle teve menor resultado, enquanto a aplicação de ácido salicílico e prolina em conjunto demonstraram um resultado significativamente melhor. Esse resultado sugere um efeito sinérgico entre os atenuantes, possivelmente associado à indução de mecanismos antioxidantes, manutenção da integridade celular e regulação osmótica. Conforme a literatura, a aplicação de ácido salicílico e prolina contribui para a osmoproteção e a manutenção da hidratação celular, além de reduzir o estresse oxidativo e preservar a integridade das membranas (Urmi et al., 2023).

De acordo com Oliveira et al. (2020), a aplicação conjunta de ácido salicílico e prolina em plantas de arroz (*Oryza sativa*) cultivadas sob salinidade potencializou os efeitos fisiológicos benéficos dos atenuantes, promovendo maior crescimento, maior teor relativo de

água e menor acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs). Como resultados, as plantas submetidas à aplicação combinada tiveram menor redução nas variáveis de crescimento, como massa fresca das folhas, do caule e total, em comparação aos tratamentos isoladamente.

CONCLUSÕES

A salinidade prejudica o crescimento inicial da gravioleira, refletindo em menor altura, diâmetro de caule, número de folhas, além da massa fresca de folha, caule e total. Apesar disso, a aplicação foliar de ácido salicílico e prolina contribui para atenuar esses efeitos adversos, promovendo melhor desempenho das plantas sob estresse salino. A combinação dos dois atenuantes mostrou-se mais eficiente que a aplicação isolada, sugerindo um efeito sinérgico na mitigação dos danos, embora não elimine completamente os impactos da salinidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical – INCT AGRIS (CNPq/FUNCAP/CAPES), processos 406570/2022-1 (CNPq) e INCT-35960-62747.65.95/51 (FUNCAP), INCITE Economia Verde (FAPESB), Ciência na Mesa (FAPESB, Pedido N° 4362/2024).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAMI, R. A.; GHRAMH, H. A.; HASHEEM, M. A inoculação de sementes com *Azospirillum lipoferum* alivia os efeitos adversos do estresse hídrico em plantas de trigo. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 90, n. 1, p. 165-173, 2017.
- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E. Graviola. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Ageitec**. Território Mata Sul Pernambucana. Brasília, DF: Embrapa, 9 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 13 jun. 2025.

FREITAS, A. L. G. E.; VILASBOAS, E. F. S.; PIRES, M. M.; REBOUÇAS, A. J. S. Caracterização da produção e do mercado da graviola (*Annona muricata* L.) no Estado da Bahia. **Informações Econômicas**, v. 43, n. 3, maio/jun. 2013.

MONTEIRO, J. G. M.; CRUZ, F. J. R. C.; NARDIN, M. B.; SANTOS, D. M. M. S. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 1, p. 18-25, 2014.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; BARBOSA, J. L.; MELO, E. N.; GHEYI, H. R.; GONÇALVES, E. B.; VELOSO, L. L. S. A.; SOUZA, C. M. A. Qualidade de mudas de graviola (*Annona muricata* L.) submetidas a diferentes níveis de salinidade da água e adubação nitrogenada. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 2, p. 306-310, 2018.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, R. F.; FREIRE, J. L. O.; BEZERRA, F. M. S.; GHEYI, H. R. Ácido salicílico e prolina atenuam os efeitos da salinidade no arroz. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 12, p. 863-869, 2020.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**, 2024.

SÁNCHEZ, C. F. B.; LOPES, B. E.; TEODORO, P. E.; GARCIA, A. D. P.; PEIXOTO, L. A.; SILVA, L. A.; BHERING, L. L. Diversidade genética entre genótipos de graviola com base na produção de frutos. **Bioscience Journal**, p. 122-128, 2018.

SANTOS, L. F. S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; SILVA, A. A. R.; FÁTIMA, R. T.; ARRUDA, T. F. L.; SOARES, L. A. A. S.; CAPITULINO, J. D. Prolina na indução de tolerância de mudas de maracujazeiro-azedo ao estresse salino. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e12048, 2024.

SANTOS, T. S.; CORREIA, M. R. S.; SENA, L. S.; SANTANA, L. P. S.; SILVA, G. B. G.; LIMA, K. S.; DUTRA, E. V. S.; ADAS, M. E.; RIBEIRO, M. C. B. O.; RIBEIRO, J. E. S.; et al. The combination of salicylic acid, nicotinamide, and proline mitigates the damage caused by salt stress in nasturtium (*Tropaeolum majus*). **Plants**, v. 14, p. 1156, 2025.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. R. S.; FERNANDES, P. D. F. O ácido salicílico alivia o efeito do estresse salino na morfologia da graviola. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, p. e007021, 2021.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; VELOSO, L. L. S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 1092-1101, 2020.

SIQUEIRA, E. C.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, F. A. L.; BARROS JÚNIOR, G.; CAVALCANTI, M. L. F. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 263-267, 2005.

URMI, T. A.; ISLAM, M.; ZUMUR, K. N.; ABEDIN, A.; HAQUE, M.; SIDDIQUI, M.; MURATA, Y.; HOQUE, A. O efeito combinado de ácido salicílico e prolina mitiga o estresse hídrico em arroz (*Oryza sativa* L.) por meio da modulação de atributos fisiológicos e enzimas antioxidantes. **Antioxidants**, v. 12, n. 7, p. 1438, 2023. DOI:

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.