

ÁCIDO SALICÍLICO COMO PRÉ-TRATAMENTO DE SEMENTES MICROVERDES DE MANJERICÃO PARA MITIGAR OS EFEITOS DELETÉRIOS DA SALINIDADE

Thainan Sipriano dos Santos¹, Jucilene Jesus Santos², Isabel da Silva Teixeira Dourado³, Beatriz Meurer Bedra³, Maria Alice Rosa Novais³, Toshik Iarley da Silva⁴

RESUMO: O manjericão é amplamente utilizado na culinária, medicina tradicional e indústria de óleos essenciais, destacando-se também no cultivo de microverdes pelo ciclo curto, valor nutricional e presença de compostos bioativos. Em regiões semiáridas, a salinidade da água de irrigação é um dos principais fatores limitantes à produção agrícola. Nesse contexto, o pré-tratamentos de sementes com ácido salicílico (AS) é uma estratégia para mitigar o estresse salino. Diante disso, o objetivo neste trabalho foi avaliar o impacto do pré-tratamento de sementes de manjericão ‘Toscano’ com ácido salicílico no crescimento e respostas bioquímicas de microverdes submetidos ao estresse salino em sistema hidropônico. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 (pré-tratamentos de sementes – 0 e 1 mM de ácido salicílico) × 3 (concentrações de NaCl – 0, 25 e 50 mM) com quatro repetições. Foram avaliados os teores de sódio, potássio, cloreto e massa seca total. O AS favoreceu a manutenção do potássio e a exclusão de cloreto, porém aumentou a absorção de sódio e reduziu a massa seca, sugerindo possível efeito fitotóxico ou desvio de recursos metabólicos do crescimento para resposta de defesa.

PALAVRAS-CHAVE: *Ocimum basilicum* L., estresse salino, priming

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. E-mail: thainansipriano96@gmail.com

² Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas, BA.

³ Graduandas em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁴ Professor Doutor, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas, BA.

SALICYLIC ACID AS A PRETREATMENT OF BASIL MICROGREEN SEEDS TO MITIGATE THE DELETERIOUS EFFECTS OF SALINITY

ABSTRACT: Basil is widely used in cooking, traditional medicine, and the essential oil industry. It also stands out in microgreen cultivation due to its short growth cycle, nutritional value, and presence of bioactive compounds. In semiarid regions, irrigation water salinity is one of the main limiting factors for agricultural production. In this context, seed pretreatment with salicylic acid (SA) is a strategy to mitigate salt stress. Therefore, the objective of this study was to evaluate the impact of pretreatment of 'Toscana' basil seeds with salicylic acid on the growth and biochemical responses of microgreens subjected to salt stress in a hydroponic system. A completely randomized design was used, in a 2 (seed pretreatments – 0 and 1 mM salicylic acid) \times 3 (NaCl concentrations – 0, 25, and 50 mM) factorial arrangement with four replicates. Sodium, potassium, chloride, and total dry mass contents were evaluated. AS favored potassium maintenance and chloride exclusion, but increased sodium absorption and reduced dry mass, suggesting a possible phytotoxic effect or diversion of metabolic resources from growth to defense response.

KEYWORDS: *Ocimum basilicum*, Salt stress, priming

INTRODUÇÃO

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta aromática da família Lamiaceae, amplamente cultivada e utilizada na culinária, medicina tradicional e indústria de óleos essenciais (Simon et al., 1999). Originário da Ásia e África, esse herbáceo apresenta diversidade química e genética, com variedades como o manjericão-doce, o roxo e o tailandês, cada um com compostos bioativos distintos (Paton et al., 1999). A popularidade do manjericão não se deve apenas ao seu aroma e sabor distintos, mas também às suas propriedades medicinais, que incluem ações antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas, atribuídas principalmente a seus componentes fenólicos, como o eugenol e o linalol (Shahrajabian et al., 2020).

Além do seu cultivo tradicional, o manjericão tem ganhado destaque como microverdes. Microverdes são plântulas jovens, colhidas logo após o desenvolvimento das primeiras folhas verdadeiras. Eles se destacam por sua alta concentração de nutrientes, compostos bioativos e sabor intenso, tornando-se uma alternativa promissora e lucrativa para produtores em ambientes urbanos ou de pequena escala (Di Gioia et al., 2017). Essa forma de cultivo é vantajosa em

ambientes urbanos e sistemas controlados, como a hidroponia, especialmente em locais com limitações de espaço e recursos hídricos (Xiao et al., 2012).

No entanto, tanto o cultivo convencional quanto o de microverdes enfrentam desafios como o estresse salino, que pode reduzir a germinação e o crescimento (Al Murad et al., 2020). Sendo esse um fator limitante ainda mais crítico em regiões semiáridas, onde a água de irrigação que na maioria das vezes é de origem subterrânea, comprometem a produção agrícola, mesmo em sistemas hidropônicos pela alta concentração de sais (Munns & Tester, 2008).

Nesse contexto, estratégias como o pré-tratamento de sementes com ácido salicílico (AS) têm sido estudadas por seu potencial em melhorar a tolerância das plantas ao estresse abiótico, incluindo a salinidade (Hayat et al., 2010). O AS é um fitormônio envolvido na resposta ao estresse, atua como um sinalizador de defesa (Hayat et al., 2010; Nazar et al., 2011). O tratamento de sementes com AS (priming) pode induzir aclimatação precoce, tornando as plântulas mais tolerantes a condições adversas desde os estágios iniciais (Khan et al., 2015). Diante disso, o objetivo neste trabalho foi avaliar o impacto do pré-tratamento de sementes de manjericão ‘Toscano’ com ácido salicílico no crescimento e respostas bioquímicas de microverdes submetidos ao estresse salino em sistema hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os dias 17 de maio e 29 de maio de 2025, em casa de vegetação para estudos hidropônicos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia ($12^{\circ} 40' 19''$ S, $39^{\circ} 06' 23''$ O, com altitude de 220 m), Cruz das Almas, Bahia, Brasil. O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2×3 , dois pré-tratamentos de sementes de microverde de manjericão toscano (0 e 1 mM de ácido salicílico (AS)) \times três níveis de salinidade (0, 25 e 50 mM de NaCl) com quatro repetições.

Para o pré-tratamento, as sementes foram pesadas (0,7 g) em balança de precisão, após a pesagem as sementes foram postas em potes e acrescentou-se 5 mL do pré-tratamento (0 ou 1 mM de AS), permanecendo por 12 horas. Passadas 12 h, as sementes foram levadas para casa de vegetação, onde foram espalhadas uniformemente por todo substrato (fibra de coco) contido em bandejas de isopor perfuradas para facilitar a irrigação. As bandejas foram alocadas em berçários hidropônicos do tipo de técnica de fluxo de nutrientes (NFT – Nutrient Film Technique) constituído de telhas de PVC onduladas em declividade de 3% (para o escoamento

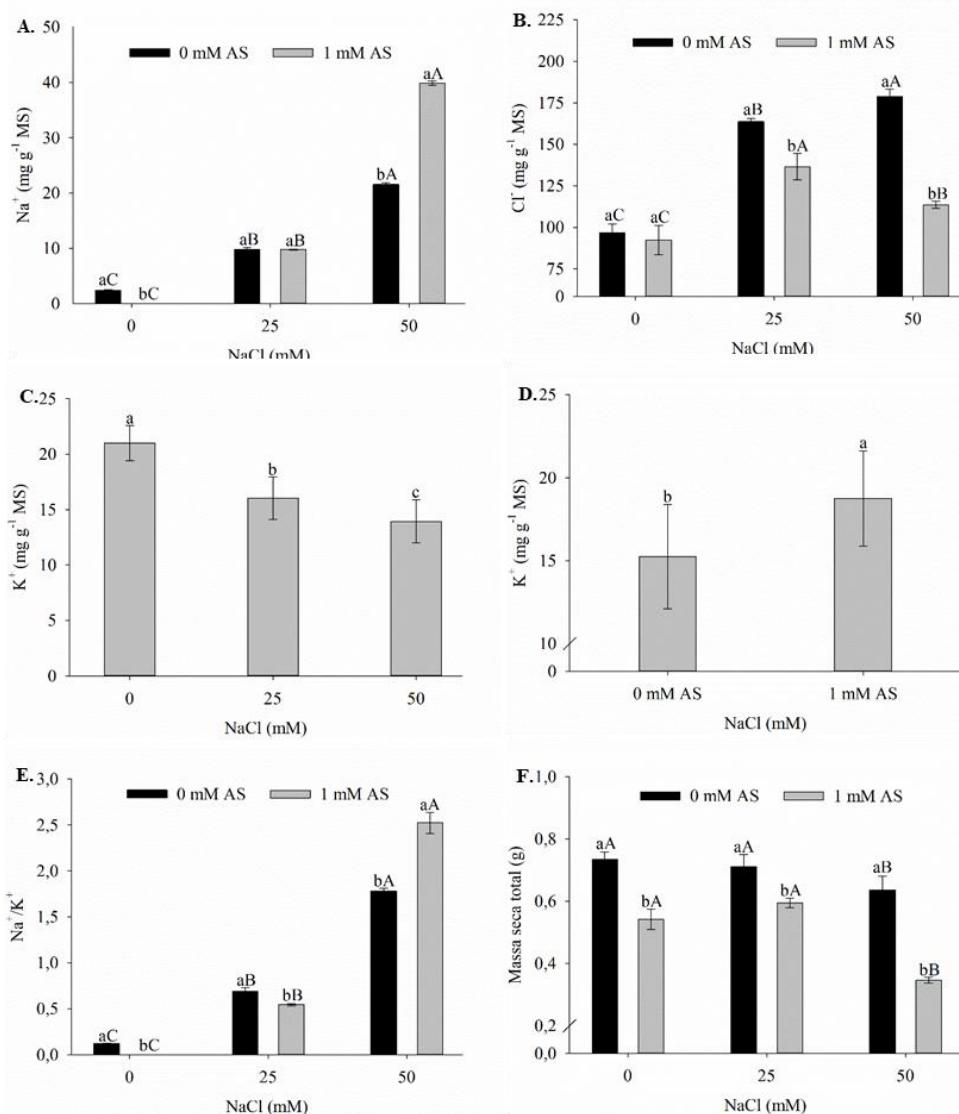
da solução nutritiva (SN), assim como o retorno da mesma para o reservatório, reservatório com capacidade de 40 L para o armazenamento da SN à 100% com base nas recomendações de Furlani et al., 1999, e um temporizador de recirculação programado para durar 15 min com intervalos de 15 min no período diurno (6:00 às 18:00). A colheita foi realizada aos 13 dias após a semeadura (DAS).

Para a determinação da massa seca total, a massa fresca total foi alocada em sacos de papel e em seguida levadas à estufa a 65 °C por 72 h, posteriormente pesadas em balança de precisão. Para a determinação dos solutos inorgânicos, o material seco foi macerado e pesado 0,1 g. Em seguida colocados em tubos tipo Falcon, onde foram adicionados 10 mL de água deionizada. Os tubos foram mantidos em banho termostático a 100 °C por 1 h. Após o aquecimento, as amostras foram filtradas para a determinação subsequente. Os teores de Na⁺ e K⁺ foram determinadas por fotometria de chamas (modelo Q498M2, QUIMIS, Diadema, SP, Brasil), com base nas descrições de Silva et al. (2010). Para a determinação de Cl⁻ foi utilizado o espectrofotômetro (modelo 2000 UV, BEL PHOTONICS, Piracicaba, SP, Brasil) de acordo com a metodologia descrita por Silva et al. (2009).

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas usando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Core Team, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Na⁺ (Figura 1A) aumentaram com o incremento das concentrações de NaCl, tanto em 0 mM AS quanto em 1 mM AS. Em 50 mM de NaCl, o tratamento com 1 mM de AS resultou em maior acúmulo de Na⁺ em comparação ao 0 mM AS para a mesma salinidade. Os teores de Cl⁻ (Figura 1B) com 0 mM AS acumularam mais com o aumento da salinidade, contudo 1 mM AS teve o maior acúmulo com 25 mM, enquanto comparados dentro da salinidade, a aplicação do AS reduziu os teores de Cl⁻ em maiores salinidades. Isso indica um efeito protetor do AS, possivelmente via ativação de transportadores seletivos ou pela regulação da homeostase iônica (Munns & Tester, 2008; Khan et al., 2015).



Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem para concentrações de NaCl e letras minúsculas para os pré-tratamentos com e sem aplicação de ácido salicílico pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As barras são média ± desvio padrão.

Figura 1. Teores de sódio (Na^+ , A), cloreto (Cl^- , B), potássio (K^+ , C e D), razão N^+/K^+ (E) e massa seca total (F) de microverdes de manjericão Toscano cultivado sob diferentes concentrações de NaCl e pré-tratamentos de sementes com ácido salicílico.

Os teores de K^+ tiveram efeitos isolados dos tratamentos (Figuras 1C e 1D), o aumento da salinidade reduziu os teores de K^+ , enquanto a aplicação de AS aumentou os teores de K^+ . A razão Na^+/K^+ (Figura 1E) aumentou com a salinidade independente dos tratamentos com ácido salicílico. Em 50 mM de NaCl , o tratamento com 1 mM de AS teve uma relação NA^+/K^+ mais alta em comparação com o tratamento sem AS. A massa seca total (Figura 1F) diminuiu com o aumento das concentrações de NaCl em ambos os pré-tratamentos.

Para todas as concentrações de NaCl (mM), o tratamento com 1mM de AS resultou em uma massa seca total menor em comparação ao tratamento em AS com a mesma salinidade.

Contudo, 25 mM, o AS ajudou a manter a biomassa, indicando seu efeito benéfico na manutenção da atividade fotossintética, metabolismo e equilíbrio osmótico, o que sustenta maior produção de massa (Hayat et al., 2010; Nazar et al., 2011). A aplicação de 1 mM de AS modulou de forma seletiva a resposta das plantas ao estresse salino, sem impedir a absorção de íons tóxicos. A redução da massa seca total com o aumento da salinidade indica os efeitos típicos do estresse osmótico e da toxicidade iônica.

CONCLUSÕES

O estresse salino reduziu a massa seca e alterou o balanço iônico das plantas, com aumento de Na^+ e Cl^- e redução de K^+ . A aplicação de 1 mM de ácido salicílico modulou parcialmente essas respostas, favorecendo a retenção de K^+ e a manutenção da biomassa em salinidade moderada (25 mM), embora não tenha evitado o acúmulo de íons tóxicos em concentrações mais elevadas de NaCl.

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 Nº 4362/2024).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL MURAD, M.; KHAN, A. L.; MUNEER, S. Silicon in horticultural crops: cross-talk, signaling, and tolerance mechanism under salinity stress. *Plants*, v. 9, n. 4, p. 460, 2020.
- DI GIOIA, F.; SANTAMARIA, P.; D'IMPERIO, M. Microgreens: a new food category with high nutritional value. In Sustainable Food Production. Academic Press. 2017. p. 201-224.
- FURLANI, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. *Acta Horticultae*, v. 481, p. 777-778, 1999.

HAYAT, S.; HAYAT, Q.; ALYEMENI, M. N.; WANI, A. S.; PICHTEL, J.; AHMAD, A. Role of salicylic acid in plant response to abiotic stress. **Plant Signaling & Behavior**, v. 5, n. 4, p. 373–380, 2010.

KHAN, M. I. R.; FATMA, M.; PER, T. S.; ANJUM, N. A.; KHAN, N. A. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 462, 2015.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651–681, 2008.

NAZAR, R.; IQBAL, N.; SYEED, S.; KHAN, N. A. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. **Journal of Plant Physiology**, v. 168, n. 8, p. 807–815, 2011.

PATON, A. L. A. N.; HARLEY, R. M.; HARLEY, M. M. Ocimum: **an overview of classification and relationships**. Basil, p. 11-46, 1999.

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

SHAHRAJABIAN, M. H.; SUN, W.; CHENG, Q. Chemical components and pharmacological benefits of basil (*Ocimum basilicum*): A review. **International Journal of Food Properties**, v. 23, n. 1, p. 1961-1970, 2020.

SILVA, E. N. D; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S. D; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-manso submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 437-445, 2009.

SILVA, E. N.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 69, p. 279-285, 2010.

SIMON, J. E.; MORALES, M. R.; PHIPPEN, W. B.; VIEIRA, R. F.; HAO, Z. Basil: A source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb. **Perspectives on New Crops and New Uses**, v. 16, p. 499-505, 1999.

XIAO, Z.; LESTER, G. E.; LUO, Y.; WANG, Q.; ZHANG, M. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 31, p.7644 – 7651, 2012.