

ÁCIDO SALICÍLICO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO EM QUIABEIRO HIDROPÔNICO

ALLYSSON JONHNNY TORRES MENDONÇA¹, GEOVANI SOARES DE LIMA², LAURIANE ALMEIDA DOS A. SOARES³, VALESKA KAROLINI NUNES OLIVEIRA⁴ E SAULO SOARES DA SILVA⁵

¹Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, allyssonjonhnnny@hotmail.com;

²Dr. Prof. Visitante, UFCG, Pombal - PB, geovani.soares@professor.ufcg.edu.br;

³Dra. Prof^a. CCTA, UFCG, Pombal - PB, laurispo.agronomia@gmail.com;

⁴Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, valeska-nunesoliveira@hotmail.com;

⁵Dr. em Engenharia Agrícola, Campina Grande-PB, saulo-soares90@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das concentrações de ácido salicílico como mitigador do estresse salino no crescimento do quiabeiro cv. Canindé cultivado em sistema hidropônico tipo NFT. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, em Pombal – PB. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×4 , sendo quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEs_n (3,0; 5,0; 7,0 e 9,0 dS m⁻¹), e quatro concentrações de ácido salicílico (0,0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. O acréscimo dos níveis salinos da solução nutritiva diminuiu a altura de plantas, o diâmetro do caule, o número de folhas e a área foliar do quiabeiro cv. Canindé. Sob condições de salinidade da solução nutritiva o ácido salicílico não atenuou os efeitos do estresse salino no crescimento de plantas de quiabeiro cv. Canindé.

PALAVRAS-CHAVE: *Abelmoschus esculentus* L. Moench, cultivo sem solo, fitormônio.

SALICYLIC ACID AS A SALINE STRESS RELIEF IN HYDROPONIC OKRA

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effects of salicylic acid concentrations as a saline stress mitigator on the growth of okra cv. Caninde cultivated in an NFT hydroponic system. The work was developed in a greenhouse, in Pombal - PB. The experimental design was completely randomized, in a 4×4 factorial scheme, with four levels of electrical conductivity of the nutrient solution - EC_s_n (3.0; 5.0; 7.0 and 9.0 dS m⁻¹), and four salicylic acid concentrations (0.0; 1.2; 2.4 and 3.6 mM), with three replications and two plants per plot. The addition of saline levels in the nutrient solution decreased plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area of okra cv. Canindé. Under salinity conditions of the nutrient solution salicylic acid did not attenuate the effects of saline stress on the growth of okra plants cv. Caninde.

KEYWORDS: *Abelmoschus esculentus* L. Moench, cultivation without soil, phytohormone.

INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) pertence à família Malvaceae, originária da África é uma hortaliça cultivada tradicionalmente por pequenos produtores. Adapta-se bem em regiões de clima tropical e subtropical, não exigindo tecnologia para a sua produção devido a sua rusticidade (SANTOS et al., 2019).

O semiárido Brasileiro apresenta limitações na agricultura irrigada devido as moderadas concentrações de sais, resultante das altas taxas de evapotranspiração e baixas precipitação pluvial com isso apresenta escassez hídrica de boa qualidade (LIMA et al., 2020a), resultando no acúmulo de íons no solo e por conseguinte problemas na agricultura irrigada em sistema convencional.

O excesso de sais dificulta a absorção de água e nutriente nas plantas, devido ao baixo potencial osmótico, afetando o metabolismo da planta, alterando as trocas gasosas, diminuindo o crescimento, e a produção (GUIMARÃES et al., 2021).

O cultivo hidropônico pode mitigar os efeitos associado ao estresse salino nas plantas devido o potencial da água nesse sistema dependem do potencial osmótico, e o potencial da matriz é virtualmente nulo na ausência de solo (CRUZ et al., 2018; LIRA et al., 2018).

Dentre as estratégias que tem sido empregada para reduzir o estresse salino sobre as plantas destaca-se a aplicação exógena de ácido salicílico (SILVA et al., 2020).

Apesar da importância nutricional e socioeconômica da cultura do quiabo são incipientes pesquisas testando-se os efeitos da solução nutritiva salina e concentrações de ácido salicílico em condições hidropônicas. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das concentrações de ácido salicílico como mitigador do estresse salino no crescimento do quiabeiro cv. Canindé cultivado em sistema hidropônico tipo NFT.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Campina Grande - campus de Pombal PB, no período de janeiro à março de 2022. A cidade de Pombal apresenta uma altitude média de 184 m de clima quente e seco caracterizado pela insuficiência de chuvas, com precipitação pluvial anual media de 700,0 mm nas seguintes coordenadas geográficas Latitude S - 06° 46' 12'' e longitude W - 37° 47' 56''.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, em um esquema fatorial 4×4 , quatro níveis de salinidade da solução nutritiva – CEsn (3,0; 5,0; 7,0 e 9,0 dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico (0,0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM) aplicados de forma exógenas nas folhas, com três repetições contendo duas plantas por parcela. As concentrações de ácido salicílico foram estabelecidas com base no estudo de Silva et al. (2020).

Utilizou-se a solução nutritiva recomendada por Hoagland e Arnon (1950), preparadas com água de abastecimento local (0,3 dS m⁻¹) onde resultou em uma condutividade elétrica de 2,1 dS m⁻¹. As soluções salinas foram preparadas com adição de cloreto de sódio não iodado (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O), e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O) em uma proporção de 7:2:1, respectivamente. Trata-se de uma proporção comumente encontrada nas fontes hídricas do Nordeste Brasileiro (MEDEIROS, 1992).

As concentrações de ácido salicílico foram preparadas através da diluição do ácido salicílico P.A em 30% de álcool etílico (99,5%) e 69,95% de água destilada e 0,05% Haiten espalhante adesivo para melhor efeito de absorção.

As sementes de quiabo cv. Canindé foram semeadas em recipientes descartáveis de 50 ml, com um substrato de fibra de coco lavada. Da germinação até o surgimento do segundo par de folhas verdadeiras, foi utilizada uma concentração de 50% da solução recomendada, em seguida foi removida a fibra de coco, e as mudas foram inseridas nos perfis hidropônicos, utilizando um tutoramento vertical e uma solução nutritiva com 100% de concentração.

O sistema hidropônico foi do tipo NFT (Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente), confeccionado com cano de PVC de 100 mm de diâmetro e com seis metros de comprimento, espaçados 0,8 m, cada subsistema terá três canais espaçados 0,4 m. Nos canais o espaçamento entre plantas será de 0,5 m e 1,0 m entre os tratamentos.

Os canais foram apoiados em cavaletes com altura de 0,6 m com uma inclinação de 4% para o escoamento da solução nutritiva. Na cota mais baixa de cada bancada do sistema hidropônico, foi inserido uma caixa de polietileno de 150 L com a função de coletar e conduzir a solução nutritiva até os canais. A solução nutritiva foi impulsionada aos canais por bomba com potência de 35 W, na vazão de 3L por min. A circulação da solução nutritiva foi programada por um temporizador, com fluxo intermitente de 15 min a cada hora durante o dia e noite.

A substituição total da solução aconteceu a cada oito dias, com verificação diária de condutividade elétrica e pH, e ajuste da solução sempre que necessário através da adição de água de abastecimento com CEa de 0,3 dS m⁻¹, mantendo sempre a CEa de acordo com os tratamentos e o pH entre 5,5 e 6,5 através da adição de 0,1 M KOH ou HCl.

Após 48 horas do transplântio (período de aclimação das plantas nas soluções nutritivas) e 72 horas antes do início da aplicação das soluções nutritivas salinas, foi feita a aplicação do ácido

salicílico conforme os tratamentos. As aplicações foram realizadas às 17h00min, de forma manual com borrifador, visando umedecer a área total das folhas (faces adaxial e abaxial) do quiabeiro, aplicando em média 19 mL por planta, em intervalo de 8 dias, totalizando três aplicações. Para evitar a deriva dos tratamentos entre as plantas, foi utilizada uma estrutura de papelão. As plantas foram conduzidas com tutoramento vertical de modo a deixar o caule ereto com o auxílio de fitilho de 'nylon'. As plantas foram monitoradas e as práticas fitossanitárias realizadas sempre que necessário.

O crescimento do quiabeiro foi avaliado aos 34 dias após o transplante (DAT) nos perfis hidropônicos, através da determinação da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). O diâmetro de caule foi medido a 5 cm do perfil, com auxílio de um paquímetro digital. A altura das plantas será obtida tomando-se como referência a distância do perfil hidropônico até a inserção do meristema apical. Na quantificação do NF serão consideradas apenas as que apresentaram comprimento mínimo de 3 cm e pelo menos 50% de sua área foliar fotossinteticamente ativa. As variáveis altura de plantas e área foliar foram determinadas com auxílio de uma régua graduada, a área foliar foi feita de acordo com a metodologia estabelecida por Fideles Filho et al. (2010) onde é medido apenas a nervura principal.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Fisher (F) em nível de 5% e 1% de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial (linear e quadrática) para a solução nutritiva salina e para as concentrações de ácido salicílico, utilizando-se do software estatístico SISVAR - ESAL(FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resultados da análise de variância verifica-se efeito significativo da solução nutritiva salina (CESn) na altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). A interação entre os fatores condutividade elétrica da solução nutritiva (CESn) e aplicação de ácido salicílico não afetou de forma significativa nenhuma das variáveis mensuradas do quiabeiro cv. Canindé. O ácido salicílico também não influenciou nenhuma das variáveis analisadas, aos 34 DAT (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) do quiabeiro cv. Canindé cultivada com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação exógena de ácido salicílico em sistema hidropônico.

FV	GL	Quadrados médios			
		AP	DC	NF	AF
Solução Nutritiva Salina (CESn)	3	930,04**	85,59**	201,56**	241529342,60**
Regressão Linear	1	2670,00**	250,12**	582,81**	574126842,67**
Regressão Quadrática	1	8,75 ^{ns}	1,02 ^{ns}	5,33 ^{ns}	121855807,07 ^{ns}
Ácido Salicílico (AS)	3	57,08 ^{ns}	0,42 ^{ns}	1,85 ^{ns}	340482,70 ^{ns}
Regressão Linear	1	122,55 ^{ns}	0,79 ^{ns}	4,53 ^{ns}	4194,29 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	11,50 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,02 ^{ns}	114614,81 ^{ns}
Interação (CESn x AS)	9	67,54 ^{ns}	3,93 ^{ns}	6,11 ^{ns}	1515183,41 ^{ns}
Média geral		69,76	15,65	17,68	5435,70
Cv (%)		12,55	15,60	15,24	22,84

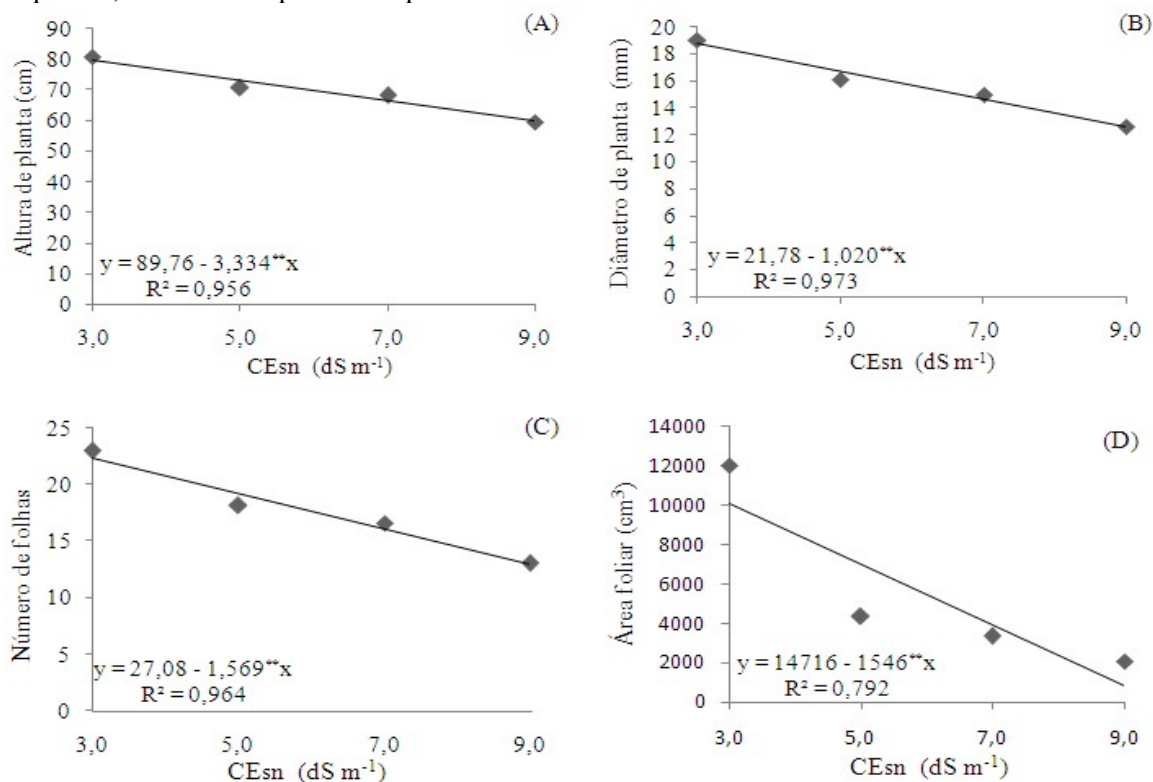
GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; ** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} não significativo

A altura de plantas foi reduzida linearmente com o aumento da CESn da solução nutritiva, com diminuição de 3,71% por incremento unitário da CESn (Figura 1A). A redução no crescimento das plantas está associada ao acúmulo de íons em diferentes tecidos vegetais (ABDELGAWAD et al., 2016). O efeito negativo da salinidade da água também foi verificado por Giuffrida et al. (2017) na cultura do couve-flor, onde relataram acúmulo de íons (Na⁺) em diferentes órgãos da planta (folhas, caule, e raízes) cultivadas em soluções nutritivas com condutividades de 2 e 4 dS m⁻¹.

O diâmetro do caule do quiabeiro apresentou decréscimos de 4,68% em função do aumento unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva (Figura 2B). Modesto et al., (2019) relataram também uma linear decrescente no diâmetro do caule para a condutividade elétrica, com o aumento da

salinidade a planta reduz a absorção de água e nutrientes, levando a uma restrição no seu desenvolvimento.

Figura 1. Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de quiabeiro cv. Canindé em função da solução nutritiva salina- CEs_n, e ácido salicílico em cultivo hidropônico, aos 34 dias após o transplântio.



O número de folhas diminuiu com o aumento da CEs_n, com declínio de 5,79% por incremento unitário da salinidade (Figura 1C). A diminuição do número de folhas nas plantas em condições de estresse salino é considerada uma estratégia de proteção e/ou aclimatação as altas concentrações de sais, como forma de amenizar as perdas de água através da transpiração (NASCIMENTO et al., 2019). Lima et al. (2020b) relataram que o aumento da salinidade de 0,3 para 3,1 dS m⁻¹ promoveu redução do número de folhas do quiabeiro cv. Valença, aos 70 dias após o semeio.

A área foliar de planta reduziu linearmente com o aumento da CEs_n da solução nutritiva, com diminuição de 10,50% por incremento unitário da CEs_n (Figura 1D). A inibição no crescimento constitui em respostas iniciais da planta ao estresse salino com isso ocorre diminuição na divisão celular e expansão da superfície da folha (LIMA et al., 2017). Nesta condição, as plantas retardam a emissão de folhas e desativam parte de sua área foliar, através da abscisão foliar, com uma tentativa de diminuir a perda de água por transpiração (DIAS et al., 2017).

CONCLUSÃO

O acréscimo dos níveis salinos da solução nutritiva diminuiu a altura de plantas, o diâmetro do caule, o número de folhas e a área foliar do quiabeiro cv. Canindé, aos 34 dias após o transplântio.

Em condições de salinidade da solução nutritiva o ácido salicílico não atenua os efeitos do estresse salino nas plantas de quiabo cv. Canindé.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ABDELGAWAD, H. ZINTA, G.; HEGAB, M. M.; PANDEY, R.; ASARD, H.; ABUELSOUD W. High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 276, p. 1-11, 2016.
- CRUZ, A. F. S.; SILVA, G. F.; SILVA, E. F. F.; SOARES, H. R.; SANTOS, J. S. G.; LIRA, R. M. Stress index, water potentials and leaf succulence in cauliflower cultivated hydroponically with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 9, p. 622-627, 2018.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; SOUZA, L. de P.; BEZERRA, I. L. Crescimento do algodoeiro 'BRS Rubi' em função da irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.7, p.1945-1955, 2017.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split-plottype designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n. 1, p.529-535, 2019.
- FIDELES FILHO, J. BELTRÃO, N. E. M., PEREIRA, A. S. Desenvolvimento de uma régua para medidas de área foliar do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 736-741, 2010.
- GIUFFRIDA, F.; CASSANITI, C.; MALVUCCIO, A.; LEONARDI, C. Effects of salt stress imposed during two growth phases on cauliflower production and quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 5, p. 1552-1560, 2017.
- GUIMARÃES, R. F. B.; MAIA JÚNIOR, S. O.; LIMA, R. F.; SOUZA, A. R.; ANDRADE, J. R.; NASCIMENTO, R. Growth and physiology of ornamental sunflower under salinity in function of paclobutrazol application methods. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.12, p.853-861, 2021.
- LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B. dos; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.4, p.513-522, 2017.
- LIMA, B. R.; OLIVEIRA, E. P.; DONATO JÚNIOR, E. P.; BEBÉ, F. V. Uso e qualidade de água subterrânea utilizada por agricultores familiares no Território Sertão Produtivo, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 679-689, 2020a.
- LIMA, G. S. de; LACERDA, C. N.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; ARAÚJO, R. H. C. R. Production characteristics of sesame genotypes under different strategies of saline water application. **Revista Caatinga**, v.33, n.2, p.490-499, 2020b.
- LIRA, R. M.; SILVA, Ê. F. F.; SILVA, G. F.; SOARES, H. R.; WILLADINO, L. G. Growth, water consumption and mineral composition of watercress under hydroponic system with brackish water. **Horticultura Brasileira**, v.36, n. 1, p.13-19, 2018.
- MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE. **Dissertação** (Mestrado Engenharia Agrícola: Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, p. 173, 1992.
- MODESTO, F. J.; SANTOS, M. A. C. M.; SOARES, T. M.; SANTOS, E. P. M. Crescimento, produção e consumo hídrico do quiabeiro submetido à salinidade em condições hidropônicas. **Irriga**, v. 24, n. 1, p. 86-97, 2019.
- SANTOS, H. C.; PEREIRA, E. M.; MEDEIROS, R. L. S.; COSTA, P. M. A.; PEREIRA, W. E. Production and quality of okra produced with mineral and organic fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.2, p.97-102, 2019.
- SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; VELOSO, L. L. S.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1092-1101, 2020.