

Relações hídricas e dano celular no quiabeiro hidropônico sob salinidade e atenuante

ALLYSSON JONHNNY TORRES MENDONÇA¹, GEOVANI SOARES DE LIMA², LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES³, VALESKA KAROLINI NUNES OLIVEIRA⁴ E RAFAELA APARECIDA FRAZÃO TORRES⁵

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

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

³Dra. Profª. CCTA, UFCG, Pombal - PB, laurispo.agronomia@gmail.com;

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

⁵Graduanda em Agronomia, CCTA, UFCG, Pombal -PB, rafaelatorres1997@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 nas relações hídricas e a porcentagem de dano celular em plantas de quiabeiro cv. Canindé em cultivo 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 - 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), com três repetições e duas plantas por parcela. O acréscimo dos níveis salinos da solução nutritiva diminuiu o extravasamento de eletrólitos, o déficit de saturação hídrica e aumentou o teor relativo de água do quiabeiro cv. Canindé cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT. A interação entre os níveis de salino da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico foi significativa para suculência foliar.

PALAVRAS-CHAVE: *Abelmoschus esculentus* L. Moench, cultivo sem solo, estresse salino, teor relativo de água.

WATER RELATIONS AND CELL DAMAGE IN HYDROPONIC OKARB UNDER SALINITY AND ATTENUATING

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effects of salicylic acid concentrations on water relations and the percentage of cell damage in okra plants cv. Canindé in NFT hydroponic cultivation. 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 - ECsn (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 electrolyte leakage, water saturation deficit and increased the relative water content of okra cv. Canindé cultivated in an NFT hydroponic system. The interaction between saline levels in the nutrient solution and salicylic acid concentrations was significant for leaf succulence.

KEYWORDS: *Abelmoschus esculentus* L. Moench, soilless cultivation, saline stress, relative water content.

INTRODUÇÃO

Originário da África, e pertencente à família Malvaceae o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) é uma hortaliça cultivada por pequenos agricultores. Devido a sua rusticidade e adaptado bem às regiões de clima tropical e subtropical, não exige de tecnologia para a sua produção (SANTOS et al., 2019).

Devido às altas taxas de evapotranspiração e baixa precipitação pluvial o semiárido nordestino apresenta escassez hídrica de boa qualidade, limitando assim a agricultura irrigada pelas concentrações de sais presente na água (LIMA et al., 2020), resultando no acúmulo de íons no solo dificultando assim o desenvolvimento das culturas.

No sistema convencional o excesso de sais presente no solo, dificulta a absorção de água e nutrientes nas planas, afetando assim os processos fisiológicos, reduzindo o crescimento e a produção (GUIMARÃES et al., 2021) ocasionando prejuízos na cultura.

Dessa forma, o cultivo hidropônico usando água salobra se destaca entre as várias estratégias de gestão, como frequência de circulação da solução nutritiva, que minimizar ainda mais os danos causados pelo excesso de sais e aumentar a produção agrícola (SILVA JÚNIOR et al., 2019).

Outra alternativa para reduzir os efeitos do estresse salino é aplicação foliar de ácido salicílico. O ácido salicílico é um composto fenólico natural e pode ser incluído na categoria de fitohormônios, sendo utilizado como uma estratégia para reduzir o estresse salino sobre as plantas (SILVA et al., 2020).

Apesar da importância nutricional e socioeconômica da cultura do quiabão 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 os efeitos das concentrações de ácido salicílico nas relações hídricas e a porcentagem de dano celular em plantas de quiabeiro cv. Canindé em cultivo 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 a 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 média 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 fitossanitária realizada sempre que necessário.

Aos 48 DAS foi avaliado o teor relativo de água (TRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e extravasamento de eletrólitos (EE). O TRA, e DSH, foram estimados por relações entre a massa fresca (MF), massa túrgida (MT) e massa seca (MS) de 4 discos foliares (WEATHERLEY 1950;TAIZ & ZEIGER 2013) Eq. 1 e 2:

$$TRA = [(MF - MS) / (MT - MS)] \times 100$$

$$DSH = [(MT - MF) / (MT - MS)] \times 100 \text{ (1 e 2)}$$

O extravasamento de eletrólitos (EE) foi determinado através da relação entre a condutividade elétrica inicial (CE1) e condutividade elétrica final (CE2) (SCOTT CAMPOS et al. 2013) Eq. 3.

$$EE (\%) = (CE1/CE2) * 100 \text{ (3)}$$

Aos 63 DAS foi avaliado a suculência foliar de acordo com metodologia de Mantovani (1999), por meio da Eq. 4.

$$SUC = (MFF - MSF) / AF \text{ (4)}$$

Em que: MFF- massa fresca da folha (g); MSF- massa seca da folha (g) e AF- área foliar (cm²).

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

A CEs_n exerceu efeito significativo sobre o extravasamento de eletrólitos (EE), teor relativo de água (TRA) e déficit de saturação hídrica (DSH). O ácido salicílico (AS) não afetou nenhuma das variáveis (Tabela 1) aos 48 DAS. A interação entre os fatores de condutividade elétrica da solução nutritiva (CE_{sn}) e ácido salicílico (AS) afetou significativamente a suculência foliar (SUC) do quiabeiro cv. Canindé, aos 63 DAS.

Tabela 1. Resultado da análise de variância para extravasamento de eletrólitos (EE), teor relativo de água (TRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e suculência foliar (SUC) do quiabeiro cv. Canindé cultivada com solução nutritiva salina (CE_{sn}) e aplicação exógena de ácido salicílico em sistema hidropônico.

FV	GL	Quadrados médios			
		EE	TRA	DSH	SUC
Solução nutritiva salina (CE _{sn})	3	36,54**	254,48**	254,48**	0,000406**
Regressão linear	1	90,67**	473,42**	473,42**	0,000882**
Regressão quadrática	1	18,72*	186,99**	186,99**	0,000008 ^{ns}
Ácido salicílico (AS)	3	4,93 ^{ns}	34,36 ^{ns}	34,36 ^{ns}	0,000083**
Regressão linear	1	0,11 ^{ns}	16,62 ^{ns}	16,62 ^{ns}	0,00024**
Regressão quadrática	1	14,60 ^{ns}	26,19 ^{ns}	26,19 ^{ns}	0,000008 ^{ns}
Interação (CE _{sn} × AS)	9	6,26 ^{ns}	29,17	29,17 ^{ns}	0,000048*
Média geral		12,04	75,65	24,34	0,02
Cv (%)		15,21	6,49	20,18	17,67

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

Para extravasamento de eletrólitos no cultivo de quiabeiro cv. Canindé (Figura 1A), o maior valor estimado de 14,51% foi obtido nas plantas submetidas à CE_{sn} de 3,0 dS m⁻¹. O menor valor de 10,64% foi verificado na CE_{sn} de 8,00 dS m⁻¹, com redução de 26,64%. O aumento do extravasamento de eletrólitos associado com alto nível do estresse salino se deve a maior fluidez

ocasionada às membranas em decorrência dos danos através do estresse oxidativo (BEN-AMOR et al. 2006).

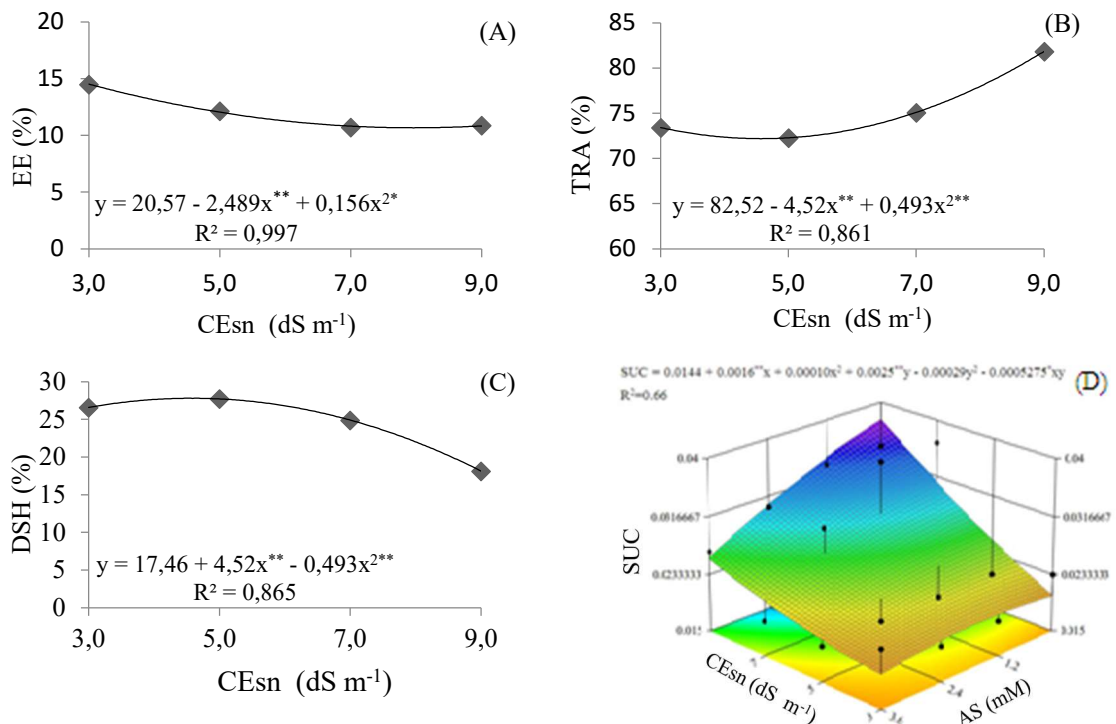


Figura 1. Extravasamento de eletrólitos (EE), teor relativo de água (TRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e suculência foliar (SUC) de quiabeiro cv. Canindé em função da solução nutritiva salina–CESn e aplicação exógena de ácido salicílico em cultivo hidropônico do tipo NFT.

Para teor relativo de água no cultivo de quiabeiro cv. Canindé (Figura 1B) nota-se que as plantas sob solução nutritiva salina de 9,0 dS m⁻¹ alcançaram maior valor de TRA de 81,77%, enquanto que as plantas submetidas a CESn de 4,50 dS m⁻¹ expressaram o menor TRA de 72,16%, correspondendo à redução de 11,75% em comparação as plantas que alcançaram maior TRA. A diminuição do TRA das plantas sob estresse salino pode esta associada com a redução da absorção de água pelas as raízes. Farhangi-abriz et al., (2018), relataram que a aplicação exógena de ácido salicílico em plantas de soja sob diferentes níveis de salinidade melhorou o teor de água nas folhas.

Para déficit de saturação hídrica no cultivo hidropônico de quiabeiro cv. Canindé (Figura 1C), o maior valor estimado de 27,82% foi obtido nas plantas submetidas à CESn de 4,5 dS m⁻¹. O menor valor de 18,21% foi verificado na CESn de 9,0 dS m⁻¹, com redução de 34,55%. Hassani et al., (2019) relataram os baixos níveis de déficit de saturação hídrica podem se associar com maior TRA sendo o fator determinante para as atividades metabólicas e a salinidade.

Para o suculência foliar a salinidade da solução nutritiva de 9,0 dS m⁻¹ promoveu maior valor (0,0369 g dm⁻²) quando as plantas foram submetidas a concentração de 0,0 mM. Enquanto, o menor SUC de (0,0201 g dm⁻²) foi registrado nas plantas cultivadas sob a concentração de 3,6 mM e solução nutritiva de 3,0 dS m⁻¹. Lima et al. (2019) constatou um crescimento na SUC em plantas de algodoeiro sob estresse salino (CEa: 1; 6,1; 7,1; 8,1 e 9,1 dS m⁻¹), esse aumento pode esta relacionado ao ajustamento osmótico das plantas.

CONCLUSÃO

O acréscimo dos níveis salinos da solução nutritiva diminui o extravasamento de eletrólitos, déficit de saturação hídrica e aumentou o teor relativo de água do quiabeiro cv. Canindé cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT.

.A interação entre os níveis de salino da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico foi significativa para suculência foliar.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- BEN-AMOR, N.; JIMENEZ, A.; MEGDICHE, W.; LUNDQVIST, M.; SEVILLA, F.; ABDELLEY, C. Response of antioxidant systems to NaCl stress in the halophyte *Cakile maritima*. **Physiologia Plantarum**, v. 126, n. 3, p. 446-457, 2006.
- FARHANGI-ABRIZ, S.; GHASSEMI-GOLEZANI, K. How can salicylic acid and jasmonic acid mitigate salt toxicity in soybean plants?. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 147, n. 1, p. 1010-1016, 2018.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n. 1, p.529-535, 2019.
- LIMA, G.S. DE; DIAS, A.S.; SOARES, L.A. DOS A.; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.G. & SILVA, A.A.R. DA - Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitro-genada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 214-225, 2019.
- 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.
- HASSANI, D.; KHALID, M.; HUANG, D. & ZHANG, Y. Morphophysiological and molecular evidence supporting the augmentative role of *Piriformospora indica* in mitigation of salinity in *Cucumis melo* L. **Acta Biochimica et Biophysica Sinica**, v.51, n. 3, p. 301-312. 2019.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Circular. **Berkeley: California Agricultural Experiment Station**, v. 347, n. 2, p. 32, 1950.
- 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, 2020.
- MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, p. 9-14, 1999.
- 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.
- 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 JUNIOR, F. J.; SANTOS JUNIOR, J. A.; DIAS, N. S.; GREYI, H. R.; RIVERA, R. C.; SILVA, G. F.; FERNANDES, C. S. Green onion production under strategies of replacement and frequencies of circulation of brackish nutritive solutions. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 3, p. 796-805, 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.
- SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, ANH-THU; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three *Vigna* genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.25, n.12, p.1002-1013, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. **Artemed**, ed. 5, p. 954, 2013.
- WEATHERLEY, P. E. Studies in water relations of cotton plant. In: The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytology**, v.49, p.81-97, 1950.