



I WORKSHOP DE HORTICULTURA NO SEMIÁRIDO & VIII SEMANA DE AGRONOMIA 02 a 06 de setembro de 2024

Status celular e qualidade de mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a salinidade e suplementação com silício

Orquídea Suassuna MAIA¹; Raquel da Silva FERREIRA¹; Fernanda Suassuna FERNANDES¹; Rennan Fernandes PEREIRA¹; Evandro Franklin de MESQUITA¹; Lays Klécia Silva LINS¹

I Workshop de Horticultura no semiárido & VIII Semana de Agronomia

¹Universidade Estadual da Paraíba, Cotoilé do Rocha, Paraíba, Brasil
orquideasuassunam18@gmail.com

RESUMO: Partindo-se do pressuposto de que o silício pode mitigar os efeitos nocivos da salinidade, realizou-se este estudo, em condições de casa de vegetação, com objetivo de avaliar o status celular e a qualidade das mudas de maracujazeiro-amarelo sob estresse salino e aplicação de silício. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1 - irrigação com água de condutividade elétrica (CE) de 1,2 dS m⁻¹; T2 - irrigação com água de CE de 4,0 dS m⁻¹ (salinizada); T3 - irrigação com água salinizada, com aplicação de silício no solo; T4 - irrigação com água salinizada, com aplicação de silício via foliar; e T5 - irrigação com água salinizada, com aplicação de silício via solo e foliar. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Observou-se que a irrigação com água salinizada prejudicou o conteúdo relativo de água, o extravasamento de eletrólitos e o índice de qualidade de Dickson das mudas. A aplicação combinada de silício no solo e nas folhas reduziu o extravasamento de eletrólitos nas plantas sob estresse salino, um forte indicativo de fortalecimento da membrana celular pelo silício.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.; estresse salino; fortalecimento da membrana das células.

INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos principais problemas para as culturas irrigadas do semiárido brasileiro, devido aos altos teores de sais presentes em muitas fontes hídricas da região. O excesso de sais pode causar estresse osmótico nas plantas, toxicidade iônica e redução da absorção de nutrientes essenciais (NOBRE et al., 2024). Esses efeitos comprometem processos fisiológicos fundamentais, reduzem a integridade da membrana celular e podem levar até à morte das plantas (LIMA et al., 2023; NOBRE et al., 2024).

Para o maracujazeiro (*Passiflora edulis*), a salinidade na zona radicular pode ser extremamente prejudicial, pois essa espécie sensível a condições salinas, possuindo salinidade limiar de 1,3 dS m⁻¹ (AYERS; WESTCOT, 1999). Esta cultura tem fundamental importância para a fruticultura do Nordeste brasileiro. Em 2022, a produção nesta região foi de 486.893 toneladas de frutos, representando 69,8% da produção nacional (IBGE, 2023). No entanto, o excesso de sais é um fator limitante em muitas áreas de cultivo, tornando necessário o uso de agentes mitigadores para reduzir as perdas na produção.

Uma alternativa para atenuar dos efeitos nocivos da salinidade nas plantas é a suplementação com silício (Si). Há indícios de que esse elemento estabelece ligações com componentes como carboidratos, hemiceluloses, pectina, lignina e compostos fenólicos presentes nas células vegetais, o que pode resultar em fortalecimento da membrana celular e no aumento da tolerância a estresses bióticos e abióticos (SHENG; CHEN, 2020; SINGH et al., 2023).

A literatura carece de informações sobre o efeito do silício na mitigação do estresse salino em maracujazeiro, especialmente em relação às alterações na integridade da membrana celular e na hidratação dos tecidos. Além disso, não foram encontrados estudos em que sejam analisadas diferentes formas de aplicação desse elemento especificamente nessa cultura.

Diante desse contexto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o status celular e a qualidade de mudas de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade hídrica e diferentes métodos de aplicação de silício.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento, entre outubro e novembro de 2023, em condições de casa de vegetação, no Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, que está localizado no município de Catolé do Rocha, PB. As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o período de execução do experimento foram de 36,2 °C e 45,3%.

A cultivar de maracujazeiro-amarelo utilizada foi a 'BRS Sol do Cerrado'. Inicialmente, foi feita a semeadura em bandejas de polipropileno, com uma semente por célula. Transcorridos 15 dias após semeadura, procedeu-se o transplante das mudas para sacos de polietileno com capacidade de 5 dm³ (25 cm × 30 cm), contendo substrato composto por 50% de solo e 50% de esterco bovino.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo a parcela constituída por uma planta. Os tratamentos foram os seguintes: T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) de 1,2 dS m⁻¹ (controle); T2 - plantas irrigadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹; T3 - plantas irrigadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹, com aplicação de silício no solo (0,5 g de ácido silício L⁻¹); T4 - plantas irrigadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹, com aplicação de silício via foliar (0,2 g de ácido silício L⁻¹); e T5 - plantas irrigadas com água de CE de 4,0 dS m⁻¹, com aplicação de silício via solo (0,25 g de ácido silício L⁻¹) e via foliar (0,1 g de ácido silício L⁻¹). Foram feitas duas aplicações de silício: aos 12 e aos 27 DAT.

As irrigações foram feitas diariamente, sendo os volumes de água definidos conforme o balanço hídrico: volume aplicado menos volume drenado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 10%. As águas salinizadas foram preparadas pela dissolução de cloreto de sódio em água de poço Amazonas, com aplicações iniciadas aos 15 dias após o transplante das mudas (DAT).

Aos 40 DAT, foram avaliados o conteúdo relativo de água nas folhas (CRA), o extravasamento de eletrólitos (EE) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) nas plantas. Para o CRA e o EE, foram utilizadas amostras com 10 e 5 discos foliares de 113 mm², respectivamente. O IQD foi determinado conforme a metodologia proposta por Dickson et al. (1960).

O CRA foi estimado pelas relações entre as massas fresca (MF), túrgida (MT) e seca (MS) das amostras, de acordo com a seguinte equação (CAIRO, 1995): $CRA = [(MF - MS)/(MT - MS)] \times 100$. A MF foi medida imediatamente após a coleta dos discos foliares; a MT foi mensurada após a imersão dos discos em 20 mL de água destilada durante 24 horas; e a MS foi medida após secagem das amostras em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir massa constante.

Para a análise do extravasamento de eletrólitos, os discos foliares foram acondicionados em béqueres contendo 20 mL de água destilada e mantidos em temperatura ambiente por cinco horas. Decorrido esse tempo, foi medida a condutividade elétrica inicial do meio (Ci). Em seguida, as amostras foram levadas à estufa com ventilação forçada de ar a 80 °C, durante 90 minutos. Após esse tempo, foi medida a condutividade elétrica final do meio (Cf). O EE foi determinado pela relação $(Ci/Cf) \times 100$ (SCOTTI; THU PHAM THI, 1997).

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos ao teste de Shapiro-Wilk. Atendidos os pressupostos de normalidade na distribuição dos erros, foi procedida análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SISVAR, versão 5.8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância das características relacionadas ao status celular e ao índice de qualidade das mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a irrigação com água salinizada e diferentes métodos de aplicação de silício estão na Tabela 1. Verificou-se que todas as variáveis analisadas foram afetadas de maneira significativa pelos tratamentos ($p \leq 0,01$).

Tabela 1. Resumo das análises de variância das variáveis conteúdo relativo de água (CRA), extravasamento de eletrólitos (EE) e índice de qualidade de Dickson (IQD), em mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.

FV	GL	CRA	EE	IQD
Tratamentos	4	54,86**	3362,43**	0,0175**
Resíduo	20	8,33	13,30	0,002

CV (%)

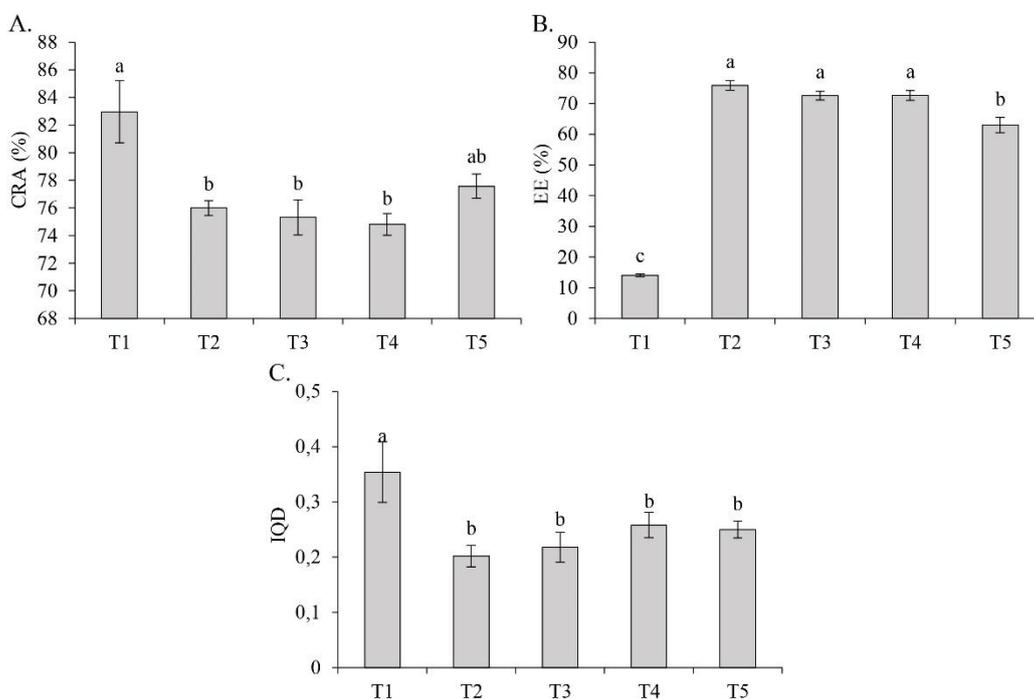
3,73

6,12

18,78

** - significativo a $p \leq 0,01$, pelo Teste F; FV - fonte de variação; GL - número de graus de liberdade; CV - coeficiente de variação.

A Figura 1 contém a representação gráfica das características analisadas das mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas à salinidade da água de irrigação e a diferentes formas de aplicação de silício. Observou-se que as plantas irrigadas com água de CE de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ (T2) tiveram redução de 7% no conteúdo relativo de água em comparação com o controle (T1), refletindo a dificuldade das plantas em manter a hidratação dos tecidos sob condições de estresse salino (Figura 1A). De acordo com Lima et al. (2023), altas concentrações de sais no solo reduzem significativamente a absorção de água pelas raízes, resultando em diminuição do conteúdo relativo de água nas células das plantas. Esses autores avaliaram diferentes cultivares de maracujazeiro amarelo submetidas a níveis de salinidade da água de irrigação variando entre $0,3$ e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ e observaram uma redução linear no CRA das plantas. Especificamente na cultivar 'BRS Sol do Cerrado', eles encontraram uma diminuição no CRA de 6,34% para cada aumento unitário na condutividade elétrica da água, resultados estes consistentes com os achados do presente estudo.



T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) = $1,2 \text{ dS m}^{-1}$; T2 - plantas irrigadas com água de CE = $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ (salinizada); T3 - plantas irrigadas com água salinizada + aplicação de Si via solo; T4 - plantas irrigadas com água salinizada + aplicação de Si via foliar; T5 - plantas irrigadas com água salinizada + aplicação de Si via solo e foliar. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Conteúdo relativo de água (CRA - A), extravasamento de eletrólitos (EE - B) e índice de qualidade de Dickson (IQD - C) em mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.

Quando o silício foi aplicado via solo e folhas nas plantas sob estresse salino (T5), houve uma tendência de aumento no CRA, pois a média desse tratamento não diferiu estatisticamente do controle (T1), conforme demonstrado na Figura 1A. No entanto, a média de T5, assim como as médias de T3 e T4, não apresentaram diferenças estatísticas significativas em relação à média de T2. Portanto, pode-se inferir que as formas de aplicação de silício avaliadas neste estudo não foram suficientes para aumentar de maneira significativa o CRA das plantas sob condições salinas.

O extravasamento de eletrólitos aumentou nas plantas submetidas ao estresse salino, em comparação com as plantas regadas com água de menor condutividade elétrica (Figura 1B). Foi registrado incremento percentual de 440% entre T1 e T2. Esse aumento ocorre porque, em condições de estresse por excesso de sais, pode haver redução na absorção de cálcio, um elemento essencial para a estruturação das paredes celulares e a estabilidade das membranas (CRUZ et al., 2006). Além disso, o estresse salino leva ao aumento na produção de espécies reativas de oxigênio, que causam peroxidação dos lipídios da membrana (LIMA et al., 2023). Esses

dois fatores combinados resultam no enfraquecimento da membrana celular, aumentando o extravasamento de eletrólitos intracelulares. Lima et al. (2023) também verificaram aumento do vazamento de eletrólitos em cultivares de maracujazeiro submetidas a irrigação com água salinizada.

Na literatura, diversas evidências destacam o papel crucial do silício no fortalecimento da parede celular vegetal (SHENG; CHEN, 2020; SINGH et al., 2023). Isto também foi observado no presente estudo, porém apenas quando houve combinação da aplicação de silício no solo e nas folhas. Conforme a Figura 1B, quando as plantas sob estresse salino receberam aplicação de Si via solo + foliar (T5), houve um decréscimo de 13% no extravasamento de eletrólitos em comparação com T2. Essa diminuição no EE reflete o fortalecimento da parede celular, resultando em uma menor perda de eletrólitos das células para o ambiente. Nos demais tratamentos com Si (T3 e T4), não houve benefícios no EE.

A maior média do índice de qualidade de Dickson (0,35) foi registrada nas plantas controle, irrigadas com água de CE de 1,2 dS m⁻¹, havendo uma redução de 43% quando foram submetidas a irrigação com água salina, sem aplicação de silício (Figura 1C). Diferentemente das outras variáveis analisadas, as formas de aplicação de silício não proporcionaram incrementos no IQD das mudas de maracujazeiro em condições de estresse salino. Todavia, as mudas referentes a todos os tratamentos apresentaram valores de IQD superiores a 0,20, sendo consideradas de boa qualidade, conforme sugerido por Dickson et al. (1960).

CONCLUSÕES

A água de irrigação com condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹ afetou negativamente o status celular e a qualidade de mudas de maracujazeiro-amarelo, cultivar 'BRS Sol do Cerrado'. Todavia, a aplicação combinada de silício no solo e nas folhas melhorou a integridade da membrana celular das plantas.

REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- CAIRO, P. A. R. Relações hídricas de plantas. Vitória da Conquista: UESB, 1995. 32p.
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q. de; QUEIROZ, J. R. de. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. *Bragantia*, v.65, n.2, p.275-284, 2006.
- DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forest Chronicle*, v.36, p.10-13, 1960.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção Agrícola Municipal. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas>>. Acesso em: 11 jul. 2024.
- LIMA, G. S. de; SOUZA, W. B. B. de; PAIVA, F. J. da S.; SOARES, L. A. dos A.; TORRES, R. A. F.; SILVA, S. T. de A.; GHEYI, H. R.; LOPES, K. P. Tolerance of sour passion fruit cultivars to salt stress in a semi-arid region. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.27, n.10, p.785-794, 2023.
- NOBRE, R. G.; ARAÚJO, J. B.; CARVALHO, K. M. P. de; BEZERRA, I. L.; SILVA, L. de A.; SOARES, L. A. dos A.; SOUZA, M. S. M. de; RODRIGUES FILHO, R. A. Quality of yellow passion fruit seedlings under saline water irrigation and salicylic acid concentrations. *Revista Caatinga*, v.37, p.e11879, 2024.
- SCOTTI, C. P.; THU PHAN THI, A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to ormotic stress. *Plant Science*, v.130, n.1, p.11-18, 1997.
- SHENG, H.; CHEN, S. Plant silicon-cell wall complexes: identification, model of covalent bond formation and biofunction. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.155, p.13-19, 2020.
- SINGH, P.; KUMAR, V.; SHARMA, A. Interaction of silicon with cell wall components in plants: a review. *Journal of Applied and Natural Science*, v.15, n.2, p.480-497, 2023.