



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

**Acúmulo de biomassa em mudas de maracujazeiro-amarelo sob estresse salino e aplicação de silício**

*Iwry Dantas de MEDEIROS<sup>1</sup>; Orquídea Suassuna MAIA<sup>1</sup>; Raquel da Silva FERREIRA<sup>1</sup>; Raquel Alice Silveira ALVES<sup>1</sup>; Ana Maria Gomes da FONSECA<sup>1</sup>; Lays Klécia Silva LINS<sup>1</sup>;*

I Workshop de Horticultura no semiárido & VIII Semana de Agronomia

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba, Cotelé do Rocha, Paraíba, Brasil  
iwrydantas36@gmail.com

**RESUMO:** Há, na literatura, evidências de que a aplicação de silício é eficaz para atenuar o estresse salino em plantas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o acúmulo de biomassa em mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a irrigação salinizada e métodos de aplicação de silício. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, localizado em Catolé do Rocha/PB. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1 - irrigação com água de condutividade elétrica (CE) de 1,2 dS m<sup>-1</sup>; T2 - irrigação com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>; T3 - irrigação com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, com aplicação de silício no solo; T4 - irrigação com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, com aplicação de silício via foliar; e T5 - irrigação com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, com aplicação de silício via solo e foliar. Foram analisadas as massas secas de parte aérea, raízes e total, e a relação raiz/parte aérea. Verificou-se que o excesso de sais afetou negativamente o acúmulo de biomassa nas plantas, mas o silício aplicado via foliar reduziu os danos causados pela salinidade na maioria das características analisadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Passiflora edulis*; salinidade da água; mitigação.

## **INTRODUÇÃO**

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) é uma das frutíferas de maior expressão econômica no Brasil. Em 2022, a produção nacional de maracujá foi de 697.859 t, das quais 486.893 t foram produzidas no Nordeste (IBGE, 2023). Nesta região, devido às precipitações pluviométricas irregulares, a irrigação é necessária durante grande parte do ano. No entanto, muitas das fontes de água disponíveis para esse fim possuem teores elevados de sais, que podem prejudicar o crescimento das plantas (PEREIRA et al., 2024).

Para o maracujazeiro, essa adversidade revela-se ainda mais agressiva, uma vez que a cultura é sensível à salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999). Os efeitos do excesso de sais sobre as plantas incluem alterações no potencial osmótico, toxicidade iônica e desequilíbrio nutricional, comprometendo processos fisiológicos fundamentais, resultando em menor produção de biomassa e, conseqüentemente, em sérios prejuízos à atividade agrícola (DINIZ et al., 2020; MOURA et al., 2022).

Em vista dessa problemática, têm-se estudado os benefícios do silício (Si) como mitigador do estresse salino em maracujazeiro (DINIZ et al., 2021; MESQUITA et al., 2024). Há evidências de que o Si inibe a absorção de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> pelas raízes e aumenta a absorção de nutrientes essenciais (MUHAMMAD et al., 2022). Além disso, foi observado que o Si fortalece as paredes celulares, melhorando a resistência mecânica das plantas e ajudando na manutenção da turgescência e do balanço hídrico (SINGH et al., 2023).

Apesar de haver trabalhos sobre o uso de Si para mitigação do estresse salino em maracujazeiro, a literatura revela uma lacuna de informações sobre os efeitos de diferentes métodos de aplicação desse elemento. Diante disso, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o acúmulo de biomassa em mudas de maracujazeiro-amarelo em resposta a condições de salinidade da água e métodos de aplicação de silício.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido entre outubro e novembro de 2023, em 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 (6° 20' 38" S, 37° 44' 48" O, altitude de 275 m). As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas no período de execução do experimento foram de 36,2 °C e 45,3%.

Utilizou-se a cultivar de maracujazeiro-amarelo 'BRS Sol do Cerrado', cuja semeadura foi feita em bandejas de polipropileno, com uma semente por célula. Decorridos 15 dias após semeadura, procedeu-se o transplante das mudas para sacos de polietileno com capacidade para 5 dm<sup>3</sup> (25 cm x 30 cm), contendo substrato composto por 50% de solo e 50% de esterco bovino.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo a parcela constituída por uma planta. Os tratamentos foram definidos da seguinte maneira: T1 - plantas regadas com água de condutividade elétrica (CE) de 1,2 dS m<sup>-1</sup> (controle); T2 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>; T3 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, com aplicação de silício no solo; T4 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, com aplicação de silício via foliar; e T5 - plantas regadas com água de CE de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, com aplicação de silício 50% via solo e 50% via foliar.

As irrigações foram feitas diariamente, considerando 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, e tiveram as aplicações iniciadas aos 15 dias após o transplante das mudas (DAT).

As soluções de silício foram preparadas por meio de adição de ácido silícico (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) em água destilada. Para T3, foram diluídos 2 g da substância em 4 L de água, aplicando-se 150 mL por planta diretamente no substrato ao redor do colo da planta. Para T4, diluiu-se 0,1 g em 500 mL de água, aplicando-se nas folhas das plantas até ponto de escorrimento. Para T5, foi diluído 1 g em 4 L de água destilada, aplicando-se via solo, enquanto 0,05 g foi diluído em 500 mL de água destilada, aplicando-se via foliar. Foram feitas duas aplicações de silício: aos 12 e aos 27 DAT.

Aos 40 DAT, as plantas foram coletadas e colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante. As massas secas da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foram registradas, utilizando-se balança analítica ( $\pm 0,001$ ), e seu somatório resultou na massa seca total (MST), todas expressas em g. Ademais, foi calculada a relação raiz/parte aérea (R/PA) pela razão entre as massas secas das raízes e da parte aérea.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade na distribuição dos erros. Em seguida, foi realizada análise de variância, utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ), e aplicou-se o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para comparação das médias entre os tratamentos. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software SISVAR, versão 5.8.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do resumo das análises de variância verificou-se que todas as variáveis analisadas apresentaram alterações significativas em resposta aos tratamentos, a 1% de probabilidade de erro (Tabela 1).

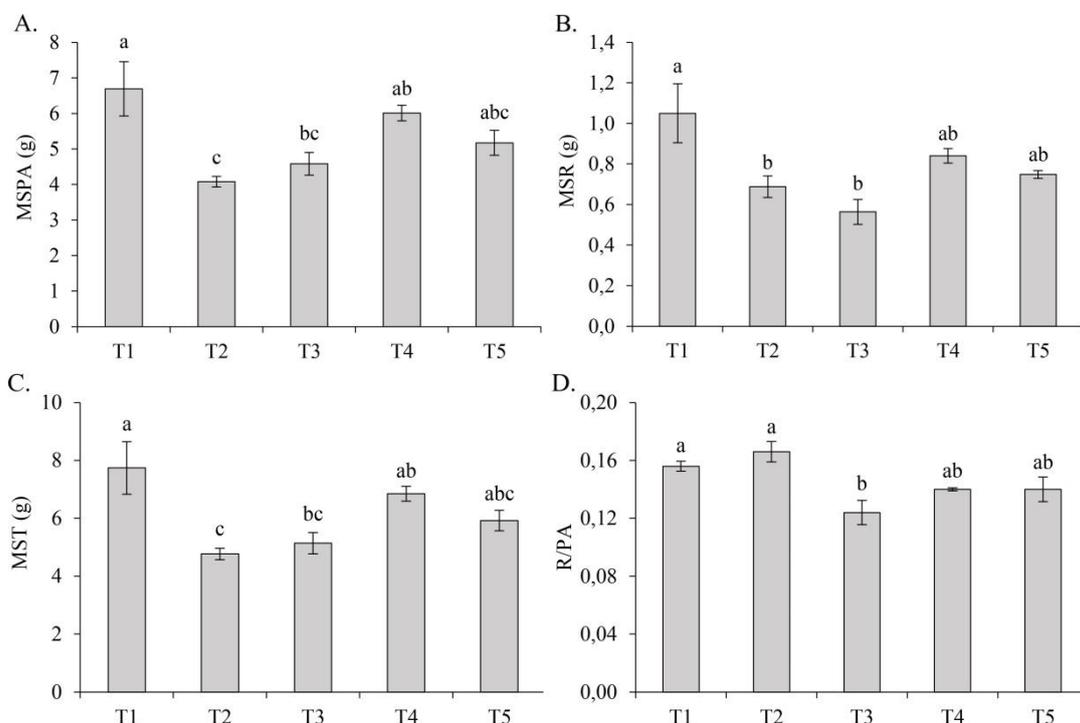
**Tabela 1.** Resumo das análises de variância das variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA), em mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício

FV	GL	MSPA	MSR	MST	R/PA
Tratamentos	4	5,56**	0,16**	7,46**	0,0012**
Resíduo	20	0,87	0,02	1,18	0,0002
CV (%)		17,65	22,14	17,91	10,67

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

Os resultados das características relacionadas à biomassa das plantas são apresentados na Figura 1. Verifica-se, na Figura 1A, que as plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) de 4,0 dS m<sup>-1</sup> (T2) tiveram redução de 39% na massa seca da parte aérea, em relação às plantas irrigadas com água de CE de 1,2 dS m<sup>-1</sup> (T1). Essa redução pode ser atribuída ao estresse osmótico causado pela salinidade elevada, que provoca distúrbios fisiológicos na planta e diminui sua capacidade de absorver água e nutrientes, resultando em um crescimento reduzido (PEREIRA et al., 2024). No entanto, houve indícios de atenuação dos efeitos nocivos dos sais com a aplicação de silício. Quando este nutriente foi aplicado via foliar (T4) nas plantas sob estresse salino (T2), houve incremento de 47% na MSPA, em relação às plantas sob estresse e sem aplicação de silício (T2) (Figura 1A). De acordo com Muhammad et al. (2022), a inibição da absorção de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> pelas raízes

causada pelo Si é um mecanismo fundamental para aliviar o efeito osmótico do excesso de sais e melhorar o crescimento das plantas. Embora os valores de MSPA das plantas submetidas aos tratamentos T3 (Si via solo) e T5 (Si via foliar e solo) tenham apresentado tendência de aumento, não diferiram estatisticamente do valor registrado nas plantas sob estresse e sem aplicação de Si (T2), (Figura 1A).



T1 - plantas irrigadas com água de condutividade elétrica (CE) = 1,2 dS m<sup>-1</sup>; T2 - plantas irrigadas com água de CE = 4,0 dS m<sup>-1</sup> (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.** Massas secas da parte aérea (MSPA - A), da raiz (MSR - B), total (MST - C) e relação raiz/parte aérea (R/PA - D) em mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a tratamentos de estresse salino e aplicação de silício.

A massa seca das raízes (MSR) das mudas de maracujazeiro também foi prejudicada pela salinidade (Figura 1B). As plantas submetidas ao tratamento com salinidade e sem silício (T2) tiveram uma redução de 34% nesse parâmetro, em comparação às plantas regadas com água de CE = 1,2 dS m<sup>-1</sup> (T1). Quando o silício foi aplicado apenas nas folhas (T4) e nas folhas juntamente com o solo (T5), as médias da MSR apresentaram uma tendência de aumento, pois não diferiram estatisticamente da média do tratamento controle (T1). Porém essas médias também se agruparam estatisticamente com a média registrada nas plantas sob estresse salino e sem suplementação com silício (T2). Essa ausência de diferenças significativas pode ser atribuída à complexidade da análise das raízes, que pode ter seu crescimento limitado pelo volume reduzido dos recipientes de cultivo das mudas, entre outros fatores.

A massa seca total das plantas também foi prejudicada pela salinidade da água de irrigação (Figura 1C). Nas plantas submetidas ao tratamento de salinidade (T2), a MST foi reduzida em 38% em comparação com o controle (T1). No entanto, com a aplicação de silício via foliar (T4), a MST aumentou em 43% em relação ao tratamento sob estresse salino sem aplicação de silício (T2). Esses resultados refletem o papel do Si como elemento mitigador de estresses em plantas. No estudo de Diniz et al. (2021), foi verificado que o Si ajudou a reduzir o potencial osmótico nos tecidos foliares de maracujazeiro-amarelo sob estresse salino. Essa redução permite que as plantas mantenham um gradiente hídrico mais favorável, facilitando a absorção de água do solo, o que é crucial para a manutenção da estrutura celular e a realização de processos fisiológicos e bioquímicos, incrementando assim o acúmulo de biomassa nas plantas (TAIZ et al., 2017).

Apesar de as massas secas da parte aérea, das raízes e total (Figuras 1A, B e C) terem sido reduzidas devido ao estresse salino, essa redução não ocorreu com a variável relação raiz/parte aérea (Figura 1D). Isso acontece porque, em condições de estresse salino, o crescimento das raízes pode ser proporcionalmente maior

do que o da parte aérea, resultando em um aumento da R/PA (DINIZ et al., 2020). Diniz et al. (2020) também observaram esse fenômeno em maracujazeiro-amarelo. Conforme ilustrado na Figura 1D, verificou-se que as plantas submetidas aos tratamentos T1 (irrigação com água de CE = 1,2 dS m<sup>-1</sup>) e T2 (irrigação com água de CE = 4,0 dS m<sup>-1</sup>) apresentaram os maiores valores de R/PA. Todavia, quando o silício foi aplicado via solo nas plantas sob estresse salino (T3), houve uma redução de 25% nessa variável. Possivelmente, esse elemento aplicado no solo aumentou a tolerância das raízes ao estresse salino, reduzindo a necessidade de expandir o sistema radicular em relação à parte aérea, permitindo que a planta concentrasse os fotoassimilados na expansão da parte aérea.

## CONCLUSÕES

A água de irrigação com condutividade elétrica de 4,0 dS m<sup>-1</sup> prejudicou o acúmulo de biomassa em mudas de maracujazeiro-amarelo, cultivar 'BRS Sol do Cerrado'. Entretanto, o silício, especialmente quando aplicado via foliar, teve efeitos positivos de atenuação do estresse salino nas características relacionadas à biomassa das plantas.

## REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- DINIZ, G. L.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R. Irrigation with saline water and silicate fertilization in the cultivation of 'Gigante Amarelo' passion fruit. *Revista Caatinga*, v.34, n.1, p.199-207, 2021.
- DINIZ, G. L.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; SOUZA, L. P.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R. Phytomass and quality of yellow passion fruit seedlings under salt stress and silicon fertilization. *Comunicata Scientiae*, v.11, p.e3400, 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção Agrícola Municipal. 2023. Disponível em : <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas>>. Acesso em: 11 jul. 2024.
- MESQUITA, E. F.; MESQUITA, F. O.; SOUSA, C. S.; DINIZ, J. P. C.; QUEIROZ, L. L. G.; SOARES, V. C. S.; TARGINO, F. N.; JALES, D. V. D.; BRITO NETO, J. F.; ROCHA, J. L. A.; SOUTO, A. G. L. Silício e adubação orgânica sobre os atributos físico-químicos de frutos de maracujá-amarelo no semiárido Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.17, n.1, p.100-116, 2024.
- MOURA, R. S.; GHEYI, H. R.; CRUZ, A. L.; NASCIMENTO, B. S.; MENEZES, E. P.; COELHO FILHO, M. A. Propagation of yellow passion fruit seedlings by cutting, grafting and seeds under salt stress. *Bioscience Journal*, v.38, p.e38062, 2022.
- MUHAMMAD, H. M. D.; ABBAS, A.; AHMAD, R. Fascinating role of silicon nanoparticles to mitigate adverse effects of salinity in fruit trees: a mechanistic approach. *Silicon*, v.14, p.8319-8326, 2022.
- PEREIRA, M. B.; NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. T.; LOPES, M. F. Q.; FERREIRA, J. T. A.; RIBEIRO, J. E. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; PEREIRA, W. E.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A. Effect of saline stress, and nitrogen and potassium fertilization on morphophysiology of *Passiflora edulis* Sims. f. flavicarpa Dreg. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.19, n.2, p.e3696, 2024.
- 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.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.