

## EFEITO DO SILÍCIO E POTÁSSIO NO ACÚMULO DE MASSA SECA EM MUDAS DE MARACUJAZEIRO SOB ESTRESSE SALINO

Samuel Barbosa Alves<sup>1</sup>, Evandro Franklin de Mesquita<sup>2</sup>, Alicia Camila Zeferino da Silva<sup>3</sup>, Karoline Thays Andrade Araujo<sup>4</sup>, Marcelo Sebastião de Sousa<sup>1</sup>, José Philippe Martins Montenegro Pires<sup>1</sup>

**RESUMO:** A salinidade representa um fator limitante para o desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de ácido silícico e sulfato de potássio no crescimento de mudas de maracujazeiro, irrigadas com água salina, tendo em foco a massa seca. O experimento foi realizado na UEPB, sendo conduzido em casa de vegetação, com delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, esquema fatorial 4x2+2 e com o total de 50 unidades experimentais. As doses de silício foi de 1,26; 2,52; 3,78 e 5,04 g dm<sup>3</sup>, e as de potássio, 150 e 600 mg dm<sup>3</sup>. As plantas dos tratamentos e a testemunha 1 foram irrigadas com água salina (CE = 4,0 dS m<sup>-1</sup>), e a testemunha 2 com água de baixa salinidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>), ambas sem adubação. Foi avaliado a massa seca da raiz (MSR) massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST). As doses de silício, de forma isoladas, melhoraram o acúmulo de massa seca até certo ponto, já o potássio houve um maior efeito na dose de 600 mg dm<sup>3</sup>, sendo assim comprovando que o silício e potássio podem ser usado como mitigador do estresse salino.

**PALAVRAS-CHAVE:** Salinidade, ácido silícico, sulfato de potássio.

## EFFECT OF SILICON AND POTASSIUM ON DRY MASS ACCUMULATION IN PASSION FRUIT SEEDLINGS UNDER SALINE STRESS

**ABSTRACT:** Salinity represents a significant limiting factor for the development of passion fruit seedlings. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different doses of silicic acid and potassium sulfate on the growth of passion fruit seedlings irrigated with saline water,

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia pela Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Catolé do Rocha, PB, 58884-000, e-mail: [ssambarbosa@gmail.com](mailto:ssambarbosa@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Doutor na Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Catolé do Rocha, PB

<sup>3</sup> Mestre, Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, PPGCA, UEPB, Campina Grande,

<sup>4</sup> Técnica do Laboratório de água e solos do Campus IV da UEPB, Catolé do Rocha, PB

focusing on dry mass. The experiment was carried out at UEPB, in a greenhouse, using a completely randomized design with five replicates, a 4x2+2 factorial arrangement, and a total of 50 experimental units. The silicon doses were 1.26, 2.52, 3.78, and 5.04 g dm<sup>3</sup>, and the potassium doses were 150 and 600 mg dm<sup>3</sup>. The plants in the treatments and control 1 were irrigated with saline water (EC = 4.0 dS m<sup>-1</sup>), and control 2 with low-salinity water (0.5 dS m<sup>-1</sup>), both without fertilization. Root dry mass (RSM), shoot dry mass (SDM), and total dry mass (TSM) were evaluated. The silicon doses, in isolation, improved dry mass accumulation to some extent, while potassium had a greater effect at the dose of 600 mg dm<sup>3</sup>, thus proving that silicon and potassium can be used to mitigate salt stress.

**KEYWORDS:** Salinity, silicic acid, potassium sulfate.

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é a espécie de *Passiflora* mais cultivada no Brasil, destacando-se tanto pelo valor econômico quanto pelo potencial agroindustrial e nutricional do fruto. O país se consolida como o maior produtor e consumidor mundial dessa cultura, com uma produção de 711.278 toneladas, sendo que a região Nordeste responde por aproximadamente 71,1% desse total, segundo dados do IBGE (2023). Essa expressiva concentração de produção, entretanto, ocorre em uma região onde as condições edafoclimáticas, especialmente a salinidade dos solos e das águas de irrigação, frequentemente se apresentam como fatores limitantes para a fruticultura.

A salinidade é considerada um dos principais estresses abióticos que afetam negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, comprometendo desde o estabelecimento inicial das mudas até a produtividade em campo. Em estágios iniciais, como a fase de viveiro, o impacto é ainda mais crítico, pois a alta concentração de sais no solo dificulta a absorção de água e nutrientes pelas raízes, levando à redução da fotossíntese, ao acúmulo de íons tóxicos como sódio e cloro, além de provocar desequilíbrios fisiológicos e alterações na morfologia radicular (SILVA et al., 2014; SCHOSSLER et al., 2023). Esses efeitos combinados resultam em menor produção de massa seca, atraso no crescimento e menor vigor das mudas.

Diante desse cenário, torna-se necessário buscar alternativas que atenuem os efeitos deletérios da salinidade e promovam o desenvolvimento adequado das plantas. A aplicação de nutrientes com funções específicas no metabolismo vegetal, como o silício (Si) e o potássio (K), tem se mostrado uma estratégia promissora nesse contexto.

O silício, embora não seja considerado essencial para a maioria das culturas, é classificado como elemento benéfico, por atuar no fortalecimento das paredes celulares, reduzir a absorção de íons tóxicos e estimular a atividade de enzimas antioxidantes, favorecendo a tolerância ao estresse salino (GONG et al., 2005). Já o potássio desempenha papel fundamental na osmorregulação celular, abertura e fechamento estomático, e na seletividade da absorção de nutrientes pelas raízes, contribuindo para a manutenção do equilíbrio iônico e redução dos danos fisiológicos causados pelo sal (MENGEL; KIRKBY, 2001).

Nesse sentido, a utilização de fontes como o silicato de potássio ( $K_2SiO_3$ ), que fornece simultaneamente silício e potássio às plantas, pode representar uma alternativa eficiente para melhorar a qualidade das mudas de maracujazeiro cultivadas sob condições salinas. Sua aplicação pode contribuir para o incremento da massa seca, refletindo em mudas mais vigorosas e com maior potencial de estabelecimento no campo.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a massa seca em mudas de maracujazeiro gigante amarelo submetidas ao estresse salino, sob aplicação de ácido silícico e sulfato de potássio, visando identificar estratégias de manejo nutricional que promovam maior tolerância à salinidade na fase inicial de desenvolvimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre junho e setembro de 2024, em casa de vegetação no setor de agroecologia nas instalações do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Catolé do Rocha – PB. Essa localidade pertence ao alto sertão paraibano e está inserida na região semiárida do estado. De acordo com a classificação climática de Köppen, adaptada por Alvares et al. (2013), o clima predominante é do tipo BSh — semiárido quente, com temperatura média anual de 28 °C (Köppen, 1928)

Utilizou-se Neossolo Flúvico Eutrófico (EMBRAPA, 2018) misturado em partes iguais com esterco bovino como substrato para encher os saquinhos das mudas. O maracujazeiro-amarelo BRS Gigante Amarelo (BRS F1), propagado por sementes certificadas, foi semeado em bandejas de 200 células e duas sementes por célula, quando as plantas atingiram dois pares de folhas definitivos foi transplantado a muda mais vigorosa para sacos de polietileno com capacidade de 3 L com o mesmo substrato usado nas bandejas.

O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial  $4 \times 2 + 2$ , onde o 4 se refere as doses de ácido silícico (1,26; 2,52; 3,78; 5,04 g dm<sup>3</sup>) o 2 as duas

doses de sulfato de potássio (150 e 600 mg dm<sup>3</sup>) e o adicional se refere as duas condutividades (0,5 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>), foram utilizadas cinco repetições para cada tratamento, totalizando 50 unidades experimentais.

As doses de ácido silícico (1,26; 2,52; 3,78; 5,04 g dm<sup>3</sup>) foram combinadas com sulfato de potássio (150 e 600 mg dm<sup>3</sup>), aplicados por fertirrigação na fundação e aos 15, 30 e 45 dias após o transplante, com calibração de enxofre para uniformizar a dose entre os tratamentos. Foi utilizada duas testemunhas, sendo a testemunha 1 plantas com aplicação de água salina (CE = 4,0 dS m<sup>-1</sup>), e a testemunha 2 plantas irrigadas com água própria para irrigação (CE= 0,5 dS m<sup>-1</sup>), ambas sem aplicação de silício e potássio.

As variáveis de partição de massa foram analisadas ao fim do experimento. A folha, caule e raiz foram separados, acondicionados e levados para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por um período de 72 horas, posteriormente o material foi pesado em balança de precisão com escala de precisão (0,01 g) para determinar a matéria seca de raiz, caule, folhas e total (g por planta). De posse desses dados, obteve-se a massa seca da parte aérea (Folhas + Caule) (MSPA). A obtenção da massa seca total (MST) se deu através da soma da massa seca da parte aérea e raiz.

A normalidade dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro–Wilk e a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett. Em seguida, procedeu-se à análise de variância (ANOVA) utilizando o teste F, adotando-se um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Quando detectada significância para o fator silício e/ou para a interação, aplicou-se regressão polinomial de primeiro e/ou segundo grau, de acordo com o ajuste indicado pelo teste F. As médias dos tratamentos foram comparadas com as das testemunhas 1 e 2 pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ) (Azevedo, 2022). Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software R, e a elaboração dos gráficos foi realizada no SigmaPlot 15.0, específico para análise e visualização de dados científicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 1), para a partição de massa, verificou-se efeito significativo de forma isoladas no silício e potássio pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ) para massa seca radicular, massa seca da parte aérea e massa seca total. Houve também efeito significativo para as testemunhas vs comuns pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ).

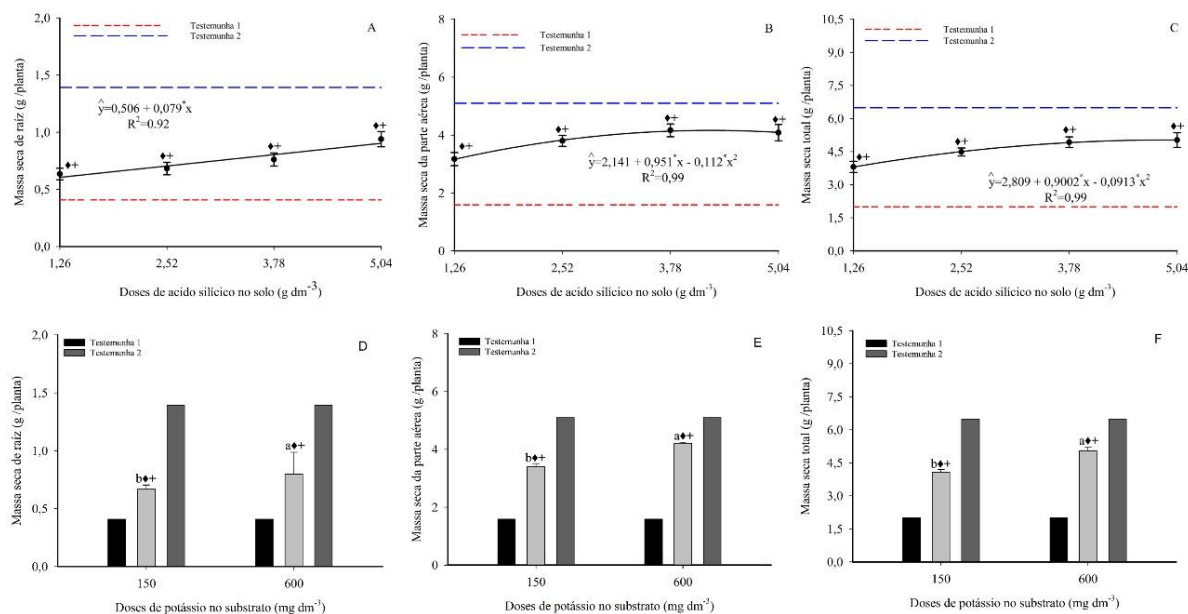
**Tabela 1:** Síntese da análise de variância (Quadrado médio) para massa seca radicular (MSR) massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) do maracujazeiro-amarelo sob doses de aplicação de silício e potássio.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		MSR	MSPA	MST
Silício	3	0,18**	2,03**	3,08**
Potássio	1	0,24**	6,59**	9,33**
Interação	3	0,01 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
Testemunha	1	2,43**	76,21**	50,49**
Testemunha vs Comuns	1	0,17*	4,17*	0,79 <sup>ns</sup>
Resíduo	40	0,04	0,40	0,52
CV		24,50	17,11	16,02

ns : não significativo ( $p < 0,05$ ); \* : significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\* : significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); CV: Coeficiente de variação.

As doses de silício se ajustaram a regressão polinomial do 1º grau para a massa seca radicular (MSR), houve um aumento na MSR em função do incremento das doses de silício, com um aumento de 0,079g a cada incremento unitário de ácido silícico, o que resultou em um valor máximo de 0,90g por planta de MSR na maior dose de 5,04 g dm<sup>-3</sup>. Para a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST), as doses de silício se ajustaram a regressão polinomial do segundo grau (quadrática). Para a MSPA obteve um resultado de 4,16g por planta referente a dose de 4,25 g dm<sup>-3</sup> de ácido silícico. Para a MST obteve o valor de 5,03g por planta referente a dose de 4,93 g dm<sup>-3</sup> de ácido silícico, também houve efeito significativo pelo teste Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade, quando comparados os tratamentos com o grupo controle (testemunha 1 e 2) em relação à massa seca da raiz (A), à massa seca da parte aérea (B) e à massa seca total (C), em função das doses de ácido silícico no substrato.

Esse aumento pode ser porque o silício atua de forma significativa no fortalecimento das paredes celulares, aumentando a resistência estrutural dos tecidos vegetais e contribuindo para a redução dos efeitos adversos do estresse abiótico, como o déficit hídrico e a salinidade. Além disso, favorece a melhoria da eficiência fotossintética, o que se reflete em maior acúmulo de biomassa. O elemento também potencializa a absorção e o aproveitamento de nutrientes essenciais, bem como regula o metabolismo de defesa das plantas, tornando-as mais tolerantes a condições ambientais desfavoráveis. Como resultado, observa-se um crescimento mais vigoroso e sustentável das culturas (MA et al., 2001; DATNOFF et al., 2007).



**Figura 1.** A massa seca da raiz (A). A massa seca da parte aérea (B). A massa seca total (C) em função das doses de ácido silícico (A/B/C) e de potássio (D/E/F) aplicadas. \*\* significativos a 1% de probabilidade pelo teste F; ♦ e + se diferem do tratamento testemunha 1 e da testemunha 2, respectivamente, pelo teste Dunnett (p < 0,05).

Para as doses de potássio foi utilizado o gráfico de barra, com a menor dose de 150 e a maior de 600 mg dm<sup>-3</sup>. Para a MSR obteve o maior resultado de 0,80 g por planta, para MSPA foi de 4,21g por planta e para MST foi 5,04g por planta. Quando aplicado o teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade para a dose de 150 e 600 mg dm<sup>-3</sup>, observou-se que a massa seca da raiz (D), a massa seca da parte aérea (E) e a massa seca total (F) dos tratamentos com potássio estavam estatisticamente significativos para ambas as testemunhas do grupo controle (1 e 2), todas obtiveram um valor acima da testemunha 1 e inferior a testemunha 2.

O incremento observado na massa seca radicular, da parte aérea e total, em função das doses de potássio, está diretamente associado ao papel essencial desempenhado por esse macronutriente em processos fisiológicos e bioquímicos das plantas. O potássio participa ativamente da regulação osmótica e do equilíbrio hídrico celular, atua como cofator na ativação de numerosas enzimas, contribui para a otimização da fotossíntese e desempenha função central no carregamento e transporte de açúcares pelo floema. Ademais, esse elemento mineral exerce influência decisiva na mitigação dos efeitos do estresse salino, promovendo o balanço iônico e atenuando a toxicidade decorrente do acúmulo excessivo de sais nos tecidos vegetais (MARSCHNER, 2012).

## CONCLUSÃO

A aplicação do silício e potássio promoveu um aumento na produção de massa seca em plantas de maracujá. Dessa forma, comprova a importância da utilização do silício e potássio como estratégia à atenuação do estresse salino no desenvolvimento de planta de maracujazeiro

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, A. Tratamentos.ad: Pacote Para Análise De Experimentos Com Testemunhas Adicionais. **R package version 0.2.4**, <<https://CRAN.R-project.org/package=Tratamentos.ad>>. 2022.

DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in Agriculture**. **Amsterdam: Elsevier**, 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

GONG, H. J.; ZHU, X. Y.; CHEN, K. M.; WANG, S. M.; ZHANG, C. L. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. **Plant Science**, v. 169, p. 313–321, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de maracujá**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. Acesso em: 24 jun. 2025.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wallmap 150 cm x 200 cm.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. **Amsterdam: Elsevier**, 2001. p. 17-39.

MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3. ed. London: **Academic Press**, 2012. 651 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of Plant Nutrition**. 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.

SCHOSSLER, T. R.; MEDEIROS, S. L. P.; SANTOS, M. A. L.; LOPES, K. P. Efeitos da salinidade no solo e suas consequências na produção vegetal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 18, n. 1, p. 35-42, 2023.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO, N. E. Fluxo de água no solo e crescimento de plantas sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p. 491–497, 2014.