

## O SILÍCIO AUMENTA A VIDA ÚTIL PÓS-COLHEITA DA RÚCULA NÃO REFRIGERADA COM DEFICIÊNCIA EM POTÁSSIO

DEYVIELEN MARIA RAMOS ALVES <sup>1</sup>, RAFAEL FERREIRA BARRETO <sup>2</sup>, RENATO DE MELLO PRADO <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, Jaboticabal - SP, deyvieleen.alves@unesp.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Doutor., Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS, Chapadão do Sul – MS.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Doutor., Depto. de Ciência do Solo, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP.

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** O baixo suprimento de macronutrientes, como o potássio (K), interfere negativamente na pós-colheita das hortaliças, mas o uso do silício (Si) pode ser uma alternativa para atenuar danos causados pela deficiência de K e proporcionar melhorias pós-colheita. Objetivou-se investigar os efeitos do Si no fornecimento adequado e insuficiente de K na rúcula após a colheita. Em casa de vegetação, a rúcula foi cultivada em sistema hidropônico, utilizando areia como substrato, em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 com duas condições de K (adequado e deficiente) e Si (ausência ou presença). Avaliou-se o acúmulo dos elementos (K e Si), a perda acumulada de massa fresca e a massa seca da parte aérea, cinco dias após a colheita. As plantas com K-deficiente sem o Si apresentaram redução da perda acumulada de massa fresca em condições de ambiente não refrigerado (25 °C) e umidade relativa do ar (70%), indicando um aumento na vida útil de prateleira. O Si pode ser uma alternativa para atenuar a deficiência de potássio e reduzir a degradação da massa fresca acumulada a ser comercializada em ambiente sem refrigeração.

**PALAVRAS-CHAVE:** hortaliças; nutrição vegetal; elemento benéfico.

## SILICON INCREASES THE POST-HARVEST SHELF LIFE OF UNREFRIGERATED ARUCLA WITH POTASSIUM DEFICIENCY

**ABSTRACT:** The low supply of macronutrients, such as potassium (K), negatively interferes with the postharvest of vegetables, but the use of silicon (Si) can be an alternative to mitigate damage caused by K deficiency and provide post-harvest improvements. The objective was to investigate the effects of Si on the adequate and insufficient supply of K in arugula after harvest. In a greenhouse, arugula was grown in a hydroponic system, using sand as substrate, in a completely randomized experimental design, in a 2x2 factorial scheme with two conditions of K (adequate and deficient) and Si (absence or presence). The accumulation of elements (K and Si), the accumulated loss of fresh mass and the dry mass of the aerial part were evaluated, five days after harvest. K-deficient plants without Si showed a reduction in the accumulated loss of

fresh mass under non-refrigerated ambient conditions (25°C) and relative humidity (70%), indicating an increase in shelf life. Si can be an alternative to mitigate potassium deficiency and reduce the degradation of accumulated fresh mass to be sold in a non-refrigerated environment.

**KEYWORDS:** vegetables; plant nutrition; beneficial element.

**INTRODUÇÃO:** A qualidade pós-colheita de uma hortaliça pode ser comprometida se a planta for cultivada com uma oferta inadequada de macronutrientes, como o potássio (K), levando a uma redução na conservação e na massa fresca (HOQUE et al. 2010). Essas perdas pós-colheita não apenas representam um desperdício de recursos naturais, mas têm um impacto econômico significativo para os produtores, distribuidores e consumidores (SINGH et al. 2024). Nesse contexto, o silício (Si) pode ser uma alternativa, pois reduz danos causados pela deficiência de K (CAIONE, 2023) e já foi descrito apresentando melhorias do tempo de vida de prateleira dos alimentos (NEVES et al. 2020). Apesar de ser relatado reduzindo a perda de flor (SONG et al. 2021), fruto (MARODIN et al. 2016) e hortaliças (GIORDANO et al. 2024; Silva et al. 2021), os estudos sobre o efeito desse elemento nesta área ainda são incipientes. Portanto, nesse estudo o objetivo foi investigar os efeitos do Si no aumento da vida após a colheita de rúcula cultivada com suficiência e deficiência de K.

**MATERIAL E MÉTODOS:** As plantas de rúcula foram cultivadas em casa de vegetação em um sistema hidropônico com areia lavada como substrato. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo os fatores duas condições de potássio: i) K-adequado (3 mmol L<sup>-1</sup>) e K-deficiente (1.5 mmol L<sup>-1</sup>) e duas condições de Si (presença e ausência) fornecido via nanossilica Bindzil® na concentração de 2 mmol L<sup>-1</sup>. A solução de Hoagland e Arnold (1950) foi aplicado diariamente, iniciando com 20% e aumentando gradativamente até a concentração de 50% e com o ajuste de K conforme os tratamentos. Aos 58 dias após a emergência as plantas foram armazenadas em temperatura do ar em média 25°C e umidade relativa de 70%, ambiente com condições naturais e não controladas. As plantas permaneceram por cinco dias, após isso, foram realizadas as análises pós-colheita. As plantas foram lavadas em três etapas (detergente neutro (0,1%), ácido clorídrico (0,3%) e água deionizada), e secas em estufa. A matéria seca da parte aérea foi triturada para análise dos teores do K (BATAGLIA et al. 1983) e do Si seguindo a extração (KRASKA E BREITENBECH, 2010) e a leitura (KORNDÖRFER et al., 2004). O acúmulo de cada elemento foi calculado considerando os teores e a massa seca da parte aérea das plantas. Após a colheita, a rúcula teve sua massa registrada diariamente por cinco dias usando uma balança eletrônica de precisão (Marte® AL200C). A perda acumulada de matéria fresca (PAMF) foi calculada como a diferença entre o peso inicial e final, dividida pelo peso inicial e multiplicada por 100, seguindo a metodologia de Chitarra e Chitarra (2005).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O acúmulo de K foi maior nos tratamentos em que o nível foi mantido adequado, mas na deficiência de K com adição do Si na solução nutritiva foi observado um aumento no acúmulo do nutriente (Fig. 1 a). O acúmulo do Si foi maior nas plantas cultivadas com a aplicação do elemento na solução nutritiva (Fig. 1 b). A quantidade acumulada do nutriente, indica o aumento ou a diminuição da concentração daquele nutriente ou elemento dentro dos tecidos das plantas (PRADO, 2021).

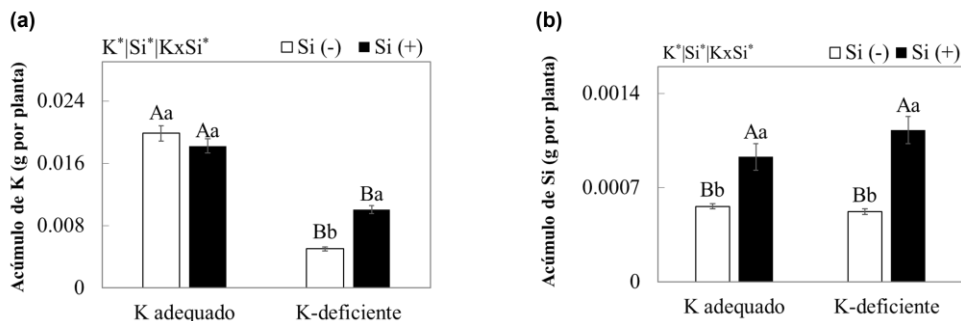


FIGURA 1. Acúmulo de potássio na parte aérea (a), acúmulo de Si na parte aérea (b), de rúcula cultivada em solução nutritiva com K adequado e K-deficiente na presença (+Si) e ausência (-Si) de Si. As letras maiúsculas indicam diferenças entre as condições de K (adequado ou deficiente) dentro de um mesmo nível de Si e letras minúsculas indicam diferenças entre os tratamentos na ausência e presença de Si dentro do mesmo nível de K. O teste F foi aplicado, obtendo-se: \*( $p \leq 0,05$ ) e \*\*( $p \leq 0,01$ ). Ambos determinados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade\*( $p < 0,05$ ) e \*\* ( $p < 0,01$ ). As barras representam o erro padrão médio.

O fornecimento do Si nas diferentes condições de K apresentaram interação entre si na PAMF, que foi avaliada em cinco dias após a colheita (Fig. 3 a, b, c e d). O fornecimento do Si nas plantas com K-deficiente proporcionou uma redução de PAMF menor que às cultivadas sem o elemento na mesma condição de K. As plantas cultivadas com o K-adequado não diferiram entre si em relação a presença do Si para a PAMF. A massa seca foi menor nas plantas cultivadas com K-deficiente em relação ao K-adequado, mas houve um incremento na massa seca das plantas com o fornecimento do Si (Fig. 3 e). A perda de massa fresca ao longo do tempo ajuda a determinar a vida útil das hortaliças, pois quanto mais rápida for a perda de massa, menor será a vida útil e maior a necessidade de distribuição rápida ou armazenamento adequado (EL-RAMADY et al. 2015). A concentração do Si nas folhas influencia a perda de massa durante o armazenamento, conforme já relatado para o repolho com deficiência de cálcio (SILVA et al. 2021), isso acontece, possivelmente devido à formação de cadeias de ácido polissilícico mais pesadas, o que reduz a transpiração e prolonga a vida útil pós-colheita, além de reduzir a taxa respiratória e perda de água das folhas (EL-SERAFY, 2015).

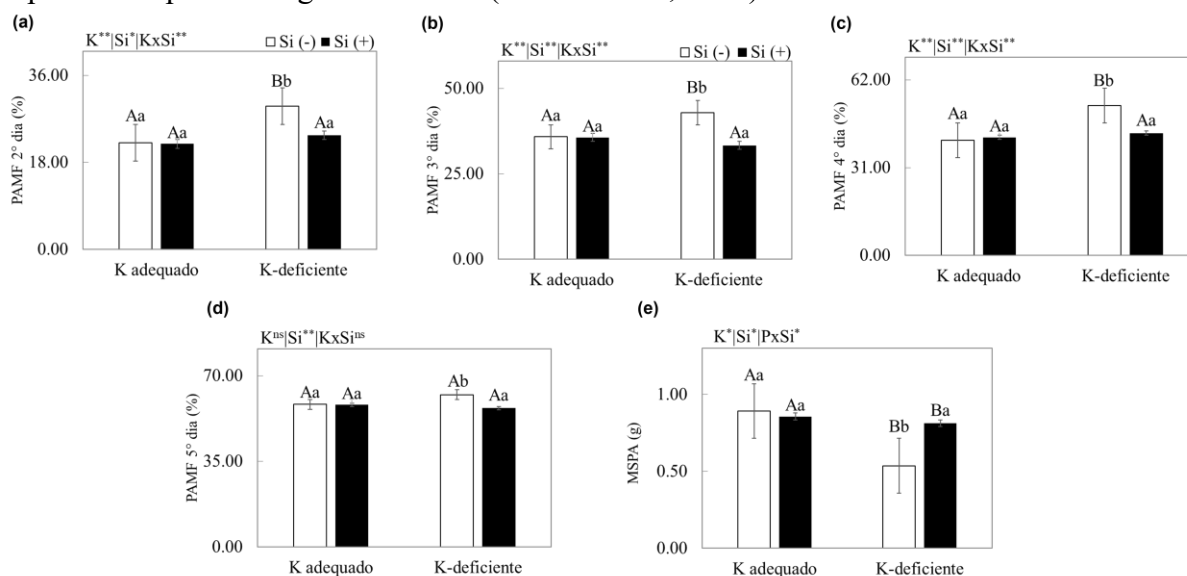


FIGURA 2. Perda acumulada de massa fresca (PAMF) no segundo (a), terceiro (b), quarto (c), quinto (d) dias após a colheita e massa seca (e) da rúcula cultivada em solução nutritiva com K adequado e K-deficiente na presença (+Si) e ausência (-Si) do Si. As letras maiúsculas indicam diferenças entre as condições de K (adequado ou deficiente) dentro de um mesmo nível de Si e letras minúsculas indicam diferenças entre os tratamentos na ausência e presença de Si dentro do mesmo nível de K. O teste F foi aplicado, obtendo-se: \*( $p \leq 0,05$ ) e \*\*( $p \leq 0,01$ ). Ambos

determinados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade\*( $p < 0,05$ ) e \*\* ( $p < 0,01$ ). As barras representam o erro padrão médio.

**CONCLUSÕES:** O Si contribui para prolongar a vida útil do produto e aumentar sua massa seca. Nossos achados indicam que o uso do Si pode ser uma estratégia promissora para melhorar tanto a produção quanto a qualidade pós-colheita da rúcula, mas estudos futuros precisam ser realizados para investigar outros parâmetros relacionados a pós-colheita de hortaliças folhosas, como a rúcula.

**REFERÊNCIAS:** BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC. 1978.

CAIONE, G. Silicon alleviating potassium and phosphorus deficiency in plants. *In: Benefits of Silicon in the Nutrition of Plants*. Cham: Springer International Publishing. p. 101-112, 2023.

CHITARRA, M. I. F. CHITARRA, A. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. Fisiologia e Manuseio.**, 2 ed. ed. Lavras: FAEPE. 2005.

EL-RAMADY, H. R., DOMOKOS-SZABOLCSY, É., ABDALLA, N. A., TAHA, H. S., & FÁRI, M. Postharvest management of fruits and vegetables storage. **Sustainable Agriculture Reviews: Volume 15**, 65-152, 2015.

GIORDANO, F. S., REYNOLDS, A., FRIAS, J. M., & FOLEY, L. Impact of silicon-enriched plant biostimulant treatment on shelf-life of baby spinach (*Spinacia oleracea*) crops. **Journal of Agriculture and Food Research**, 15, 100924, 2024.

HOQUE, M. M., AJWA, H., OTHMAN, M., SMITH, R., & CAHN, M. Yield and postharvest quality of lettuce in response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers. **HortScience**, 45(10), 1539-1544, 2010.

KORNDÖRFER, Gaspar Henrique. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, 2004.

KRASKA, Joseph E.; BREITENBECK, Gary A. Simple, robust method for quantifying silicon in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 41, n. 17, p. 2075-2085, 2010.

MARODIN, J. C., RESENDE, J. T., MORALES, R. G., FARIA, M. V., TREVISAM, A. R., FIGUEIREDO, A. S., & DIAS, D. M. Tomato post-harvest durability and physicochemical quality depending on silicon sources and doses. **Horticultura Brasileira**, v.34, p.361-366, 2016.

NEVES, M. G., DA SILVA JÚNIOR, M. L., DE OLIVEIRA NETO, C. F., OKUMURA, R. S., ALBUQUERQUE, G. D. P., & DE SOUZA SANTIAGO, T. Growth, yield and post-harvest evaluation of lettuce plants subjected to different leaf silicon concentrations. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 7, n. 4, p. 40-48, 2020.

PRADO, R. M. *Mineral nutrition of tropical plants*. Berna: Springer Nature, 2021.

SILVA, D. L. DA, DE MELLO PRADO, R., TENESACA, L. F. L., DA SILVA, J. L. F., & MATTIUZ, B. H. Silicon attenuates calcium deficiency by increasing ascorbic acid content, growth and quality of cabbage leaves. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 1770, 2021.

SINGH, S., SHARMA, S., PANWAR, S., KRISHNA, H., SINGH, S. K., BAHADUR, A., & BEHERA, T. K. **Vegetable Science**, v. 51, p. 34-42, 2024.

SONG, J., LI, Y., HU, J., LEE, J., & JEONG, B. R. Pre-and/or postharvest silicon application prolongs the vase life and enhances the quality of cut peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) flowers. **Plants**, v. 10, n. 8, p. 1742, 2021.