

O SILÍCIO MELHORA E MANTÉM A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA RÚCULA DEFICIENTE EM POTÁSSIO

DEYVIELEN MARIA RAMOS ALVES ¹, RAFAEL FERREIRA BARRETO ²,
RENATO DE MELLO PRADO ³

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

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

³ 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: Na rúcula, a deficiência de potássio (K) reduz a qualidade do alimento, mas a adição do silício (Si) é bem descrita como uma alternativa para atenuar a deficiência do K. Apesar disso, ainda são poucos explorados os seus efeitos após a colheita. Portanto, objetivou-se investigar os efeitos do Si no fornecimento adequado e insuficiente de K na rúcula, especialmente seus efeitos após a colheita. Para isso, um experimento com delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 com duas condições de K (adequado e deficiente) e Si (ausência ou presença) foi realizado. Os compostos fenólicos e o ácido ascórbico foram maiores nas plantas com K-deficiente, mas com a presença do Si, em ambos os momentos (colheita e após a colheita). O Si pode ser uma alternativa para atenuar a deficiência de K e aumentar a qualidade da rúcula a ser comercializada em ambiente sem refrigeração.

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

SILICON IMPROVES AND MAINTAINS THE POST-HARVEST QUALITY OF POTASSIUM-DEFICIENT ARUGULA

ABSTRACT: In arugula, potassium (K) deficiency reduces the quality of the food, but the addition of silicon (Si) is well described as an alternative to mitigate K deficiency. Despite this, its effects after harvest are still few explored. Therefore, the aim was to investigate the effects of Si on adequate and insufficient supply of K in arugula, especially its effects after harvest. For this, an experiment with a completely randomized experimental design in a 2x2 factorial scheme with two conditions of K (adequate and deficient) and Si (absence or presence) was carried out. Phenolic compounds and ascorbic acid were higher in K-deficient plants, but with the presence of Si, at both times (harvest and after harvest). Si can be an alternative to mitigate K deficiency and increase the quality of arugula to be sold in a non-refrigerated environment.

KEYWORDS: vegetables; plant nutrition; beneficial element.

INTRODUÇÃO: A rúcula é um alimento rico em compostos antioxidantes como fenólicos e vitamina C, mas o suprimento inadequado de macronutrientes como potássio (K) reduz diretamente a qualidade nutricional (CHUN et al. 2017). No entanto, para diminuir os danos

causados pela deficiência de nutrientes nas plantas é possível utilizar elementos benéficos (SINGHAL et al. 2023). Além disso, no processo pós-colheita a temperatura e a umidade relativa do ar são indicativos da perda de qualidade da rúcula (SIOMOS; KOUKOUNARAS, 2007). A exemplo disso, tem-se o Si, que é um elemento benéfico para as plantas, descrito principalmente em situações de estresse, como na deficiência de K, atuando em melhorias na fisiologia e bioquímica das plantas sob essa condição (CAIONE, 2023). Além disso, esse elemento pode proporcionar melhorias na vida após a colheita das plantas, desde manutenção de compostos relacionados a qualidade (SOUZA et al. 2019). Apesar de existirem alguns estudos sobre o benefício desse elemento na pós-colheita de plantas, esses resultados ainda permanecem pouco explorados. A aplicação do Si depois do cultivo parece não ser a principal via que proporciona melhorias (BERTLING et al. 2009), mas a aplicação do elemento durante o desenvolvimento das plantas demonstra resultados promissores (SOUZA et al. 2019). Portanto, nesse estudo objetivamos avaliar o efeito da aplicação do Si via solução nutritiva com K-deficiente e K adequado na colheita e pós-colheita da rúcula, armazenada em temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS: As plantas de rúcula foram cultivadas em um sistema hidropônico utilizando areia lavada como substrato. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial 2x2. Os fatores envolveram duas condições de K: i) adequado (3 mmol L^{-1}) e deficiente (1.5 mmol L^{-1}), e duas condições de Si (presente ou ausente), fornecido por meio de nanossilica Bindzil® na concentração de 2 mmol L^{-1} . A solução nutritiva de Hoagland e Arnold (1950) foi aplicada diariamente, começando com 20% de concentração e aumentando gradualmente até atingir 50%, com ajustes conforme os tratamentos. Após colhidas, as plantas foram armazenadas em condições de temperatura média do ar de 25°C e umidade relativa de 70% por cinco dias. A quantificação do ácido ascórbico foi obtida por meio de 0,1 g de massa fresca do tecido das plantas, após coletadas foram colocadas imediatamente em banho de gelo e maceradas em 10 mL de ácido oxálico (5%) gelado (15°C), até atingir homogeneidade, sendo esta etapa a extração e a titulação foi com DFI a 0,02%, seguindo a metodologia de Strohecker e Henning (1967). Para a análise de compostos fenólicos totais foram coletadas 0,1 g de folhas desenvolvidas, colocadas em um tubo de ensaio coberto por papel alumínio e contendo 2 mL de metanol, após três horas em ambiente escuro com temperatura média de 25°C nos tubos contendo as amostras foram colocados mais 3 mL de metanol e passados duas horas no mesmo ambiente com ausência de luz, e 1 mL do extrato filtrado foi retirado e submetido a reação colorimétrica pela adição de 10 mL de água deionizada, 0,5 mL de Folin-Ciocalteu (2N) e 1,5 mL de carbonato de sódio a 20%, sequencialmente as leituras ocorreram em espectrofotômetro e a absorbância foi 765 nm, todos os procedimentos seguiram o proposto por Singleton e Rossi (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A rúcula cultivada com K-deficiente apresentou menor quantidade de compostos fenólicos em relação ao K-adequado (Fig. 1a). Os resultados permaneceram semelhantes na rúcula cinco dias após a colheita (Fig. 1b). O ácido ascórbico foi reduzido no K-deficiente (Fig. 1c). Apesar disso, ao ser adicionado o Si nessa condição a quantidade foi maior em comparação com as que não receberam o elemento, tanto na colheita quanto na pós-colheita nos cinco dias após a colheita (Fig. 1d). A vitamina C (ácido ascórbico) é importante para as pessoas e para as plantas, especialmente por manter a saúde geral, ao proteger contra danos celulares, auxiliando em processos metabólicos e desempenhando papéis em várias funções bioquímicas, mas condições e armazenamento

inadequado promovem a redução desse composto (TOLEDO et al. 2003). O mesmo acontece com os fenólicos (AMAROWICZ et al. 2009). No entanto, ao aplicar o Si, é possível obter melhorias, tanto na quantidade desses compostos em condições de estresse, quanto ao promover uma biofortificação, a exemplo da vitamina C, no alimento, mesmo após um longo período de armazenamento (VENÂNCIO et al. 2022).

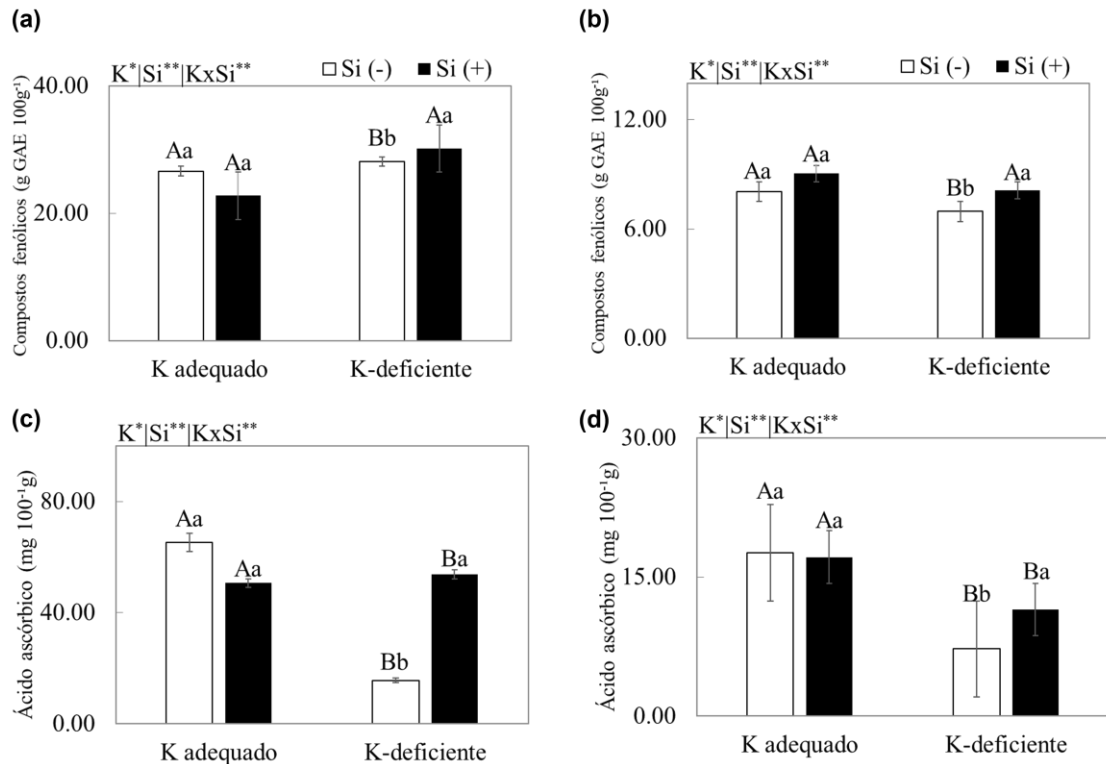


FIGURA 1. Compostos fenólicos no dia da colheita (a), compostos fenólicos cinco dias após a colheita (b), ácido ascórbico no dia da colheita (c) e ácido ascórbico cinco dias após a colheita (d) de rúcula cultivada em solução nutritiva com K adequado e K-deficiente na presença (+Si) e ausência (-Si) de 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.

CONCLUSÕES: O Si promove um aumento de compostos antioxidantes, como fenóis totais e ácido ascórbico, demonstrando os efeitos desse elemento no aumento da qualidade por meio de compostos considerados importantes para saúde humana e mantém a baixa redução dos mesmos durante o período após a colheita.

REFERÊNCIAS: AMAROWICZ, R., CARLE, R., DONGOWSKI, G., DURAZZO, A., GALENSA, R., KAMMERER, D., MAIANI, G., & PISKULA, M. K. Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods. *Molecular nutrition & food research*, v.53(S2), S151-S183, 2009.
BERTLING, I., TESFAY, S. Z., BOWER, J. P., & KALUWA, K. Effect of post-harvest application of silicon on 'Hass' avocado fruit. *South African Avocado Growers Association*, v. 32, p. 53-56, 2009.

- 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.
- 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.
- SINGLETON, V. L., ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v.16, p.144-158, 1965.
- SIOMOS, A. S., & KOUKOUNARAS, A. Quality and postharvest physiology of rocket leaves. **Fresh Prod**, v.1, n.1, p. 59-65, 2007.
- SOUZA, J. Z. DE., DE MELLO PRADO, R., SILVA, S. L. D. O., FARIAS, T. P., NETO, J. G., & SOUZA JUNIOR, J. P. D. Silicon leaf fertilization promotes biofortification and increases dry matter, ascorbate content, and decreases post-harvest leaf water loss of chard and kale. **Communications in soil science and plant analysis**, v.50, n.2, p.164-172, 2019.
- TOLEDO, M. E. A., UEDA, Y., IMAHORI, Y., & AYAKI, M. L-ascorbic acid metabolism in spinach (*Spinacia oleracea* L.) during postharvest storage in light and dark. **Postharvest biology and technology**, v. 28, n.1, p.47-57, 2003.