

APLICAÇÃO EXÓGENA DE SILÍCIO COMO ATENUANTE DE ESTRESSE HÍDRICO NA CULTURA DO COENTRO: PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA HÍDRICA

Marina Pinheiro de Sousa¹; Jose Lucas dos Santos Sousa¹; Antonia Raquel de Moraes Alcantara¹; Francisca Mirley Agostinho Silva²; Sirleide Maria de Menezes³; Carlos Wagner Oliveira⁴

RESUMO: O coentro é uma hortaliça de grande importância econômica e social em diversas regiões do Brasil. Todavia, a cultura apresenta sensibilidade ao estresse hídrico, podendo comprometer sua produtividade e qualidade. O silício vem sendo estudado como elemento benéfico na atenuação desses efeitos, atuando na modulação fisiológica e estrutural das plantas. Com base nisso, este estudo avaliou a influência da aplicação exógena de silício sobre o desempenho produtivo e a eficiência do uso da água em coentro sob diferentes níveis de irrigação. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos (quatro lâminas de irrigação e duas condições de aplicação foliar) e quatro repetições. A aplicação de silício apresentou efeitos moderados na mitigação do estresse hídrico, com respostas positivas pontuais, mas sem ganhos consistentes de biomassa em todas as condições. Em alguns casos, houve redução no acúmulo de massa fresca e seca, sugerindo que a resposta depende da intensidade do déficit hídrico e do manejo adotado. Conclui-se que o silício apresenta potencial como ferramenta de manejo, porém com eficácia limitada nas condições estudadas, sendo necessárias pesquisas adicionais para otimizar sua aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: *Coriandrum sativum* L., semiárido, irrigação.

EXOGENOUS APPLICATION OF SILICON AS A MITIGATOR OF WATER STRESS IN CORIANDER CULTIVATION: PRODUCTION AND WATER USE EFFICIENCY

ABSTRACT: Coriander is a vegetable of great economic and social importance in several regions of Brazil. However, the crop is sensitive to water stress, which can compromise its

¹ Discentes de Agronomia, CCAB/UFCA, Crato, CE.

² Discente de Agronomia, CCAB/UFCA, CEP: 63130-025, Crato, CE, agostinho.mirley@aluno.ufca.edu.br.

³ Pós-Doutoranda, PRODER/CCAB/UFCA, Crato, CE.

⁴ Docente do curso de Agronomia, CCAB/UFCA, Crato, CE.

productivity and quality. Silicon has been studied as a beneficial element in mitigating these effects, acting on the physiological and structural modulation of plants. Based on this, this study evaluated the influence of exogenous silicon application on the productive performance and water use efficiency of coriander under different irrigation levels. The experiment was conducted in a completely randomized design, with eight treatments (four irrigation levels and two foliar application conditions) and four replicates. Silicon application showed moderate effects in mitigating water stress, with occasional positive responses, but without consistent biomass gains across all conditions. In some cases, there was a reduction in fresh and dry matter accumulation, suggesting that the response depends on the intensity of the water deficit and the management adopted. It is concluded that silicon has potential as a management tool, but with limited effectiveness under the conditions studied, requiring additional research to optimize its application.

KEYWORDS: *Coriandrum sativum* L., semiarid, irrigation.

INTRODUÇÃO

A escassez hídrica no Nordeste brasileiro, agravada pelas mudanças climáticas globais (IPCC, 2022), configura-se como um dos principais desafios para a agricultura regional, especialmente no cultivo de hortaliças folhosas de ciclo curto e sensíveis ao déficit hídrico. Entre essas culturas, destaca-se o coentro (*Coriandrum sativum* L.), amplamente utilizado na culinária e na medicina popular, com expressiva importância econômica e social, sobretudo para pequenos e médios produtores que dependem de sua produção como fonte de renda (ZAMORA et al., 2019).

A região apresenta chuvas irregulares, alta variabilidade interanual e longos períodos de estiagem, intensificados pela elevada evapotranspiração. Esses fatores aumentam a vulnerabilidade das culturas, exigindo manejo criterioso da água para garantir produtividade e qualidade. No coentro, a deficiência hídrica compromete crescimento vegetativo, produção de biomassa, eficiência fotossintética e qualidade comercial, afetando cor, aroma e textura das folhas.

Assim, estratégias que aumentem a resiliência das plantas ao estresse hídrico tornam-se prioritárias para a pesquisa e o setor produtivo. Nesse contexto, destaca-se o silício (Si), elemento benéfico que pode mitigar estresses bióticos e abióticos por meio da modulação de processos fisiológicos e estruturais. Sua ação envolve aumento da atividade antioxidante,

redução da peroxidação lipídica, melhoria da eficiência no uso da água e otimização da fotossíntese (CASSEL et al., 2021).

O silício fortalece paredes celulares e cutícula foliar, reduzindo a perda de água, além de estimular o crescimento radicular e favorecer a absorção hídrica e de nutrientes. Estudos mostram que o Si pode aumentar a tolerância ao déficit hídrico, mantendo a integridade celular e funções metabólicas, embora seus efeitos variem conforme espécie, dose, forma de aplicação e intensidade do estresse.

Apesar de avanços no uso do silício em culturas agrícolas, há poucas informações sobre sua aplicação no coentro, especialmente quanto à interação entre diferentes lâminas de irrigação e suplementação foliar. Essa lacuna limita sua adoção pelos produtores, que necessitam de evidências consistentes para justificar o uso.

Assim, é fundamental avaliar sistematicamente o potencial do silício na mitigação da escassez hídrica no coentro, considerando crescimento, biomassa e eficiência do uso da água. O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da aplicação exógena de silício em plantas submetidas a diferentes lâminas de irrigação, visando identificar seu potencial como alternativa de manejo em condições semiáridas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), em Crato, Ceará (7°14' S, 39°22' O, 423 m de altitude), no período de 10 de abril a 19 de maio de 2025. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×2 , correspondendo a quatro níveis de reposição da evapotranspiração da cultura (50, 75, 100 e 125% da ETc) e duas doses de silício (0 e 6,0 mM), com quatro repetições.

As parcelas experimentais foram constituídas por lisímetros de drenagem e recipientes de polietileno com capacidade de 3,5 L, preparados com tela para evitar perdas por lixiviação, seguidos de 100 g de brita, 300 g de areia e 4,4 kg de solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abruptico (FUNCEME, 2012) sendo esse um solo característico da região do Cariri Cearense coletado da área experimental, seco ao ar, destorroado e peneirado. Antes da semeadura, realizou-se calagem com calcário dolomítico (0,885 Mg ha⁻¹) para correção do pH e teores de Mg²⁺, além de adubação (Cavalcanti, et al., 2008).

A irrigação foi feita manualmente, utilizando lâminas de 50, 75, 100 e 125% da ET_c, aplicadas de forma graduada. As aplicações foliares de silício foram realizadas com pulverizador manual aos 15, 22, 29 e 36 dias após a semeadura (DAS), sempre no final da tarde. Aos 12 DAS foi efetuado o desbaste, deixando-se 12 plantas vigorosas por vaso. O tratamento sem silício recebeu apenas água destilada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 1) indicou efeito significativo das lâminas de irrigação sobre a massa fresca (MF) e a eficiência do uso da água para massa seca (EUA_{MS}), enquanto o silício apresentou efeito expressivo na MF e na eficiência do uso da água para massa fresca (EUA_{MF}). A massa seca (MS) não foi influenciada pelo silício, e a interação entre os fatores não foi significativa para a maioria das variáveis. Esses resultados orientam a interpretação dos gráficos subsequentes, destacando os parâmetros mais responsivos aos tratamentos.

Tabela 1. Análise de variância para a massa fresca (MF) e seca (MS), eficiência do uso da água na produção da massa fresca (EUA_{MF}) e seca (EUA_{MS}), índice de produção de massa seca da parte aérea (IPMS_{PA}) e da raiz (IPMS_R) na cultura do coentro cv. Verdão, em função de lâminas de irrigação com e sem a aplicação de silício.

FV	GL	Quadrado Médio		
		MF	MS	EUA _{MF}
Lâminas de irrigação (L)	3	1111,02**	8,31**	23,72**
Silício (Si)	1	327,71**	0,41 ^{ns}	28,82**
L x Si	3	84,77**	0,65*	3,76*
Repetição	3	3,11 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,24 ^{ns}
Resíduo	21	15,64	0,17	1,05
CV	%	13,91	12,87	12,47
FV	GL	Quadrado Médio		
		EUA _{MS}	IPMS _{PA}	IPMS _R
Lâminas de irrigação (L)	3	0,13**	0,0025 ^{ns}	0,0026**
Silício (Si)	1	0,02 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
L x Si	3	0,03*	0,0003 ^{ns}	0,0002*
Repetição	3	0,003 ^{ns}	0,0024 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Resíduo	21	0,01	0,0032	0,0001
CV	%	10,63	6,36	6,13

ns: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Como demonstrado na Figura 1A, para a condição sem a aplicação de silício, há um aumento unitário de 0,43 g no acúmulo de MF da planta. Na menor lâmina aplicada, a produção de MF foi de 16,1 g, já para a lâmina de 125% o acúmulo de MF foi de 48,3 g, representando um acréscimo de 200%. Se tratando da condição com silício, a lâmina de máxima eficiência foi

de 104,2% da ETc, que resultou em uma produção de MF 9,6 g para a menor lâmina aplicada, e, para o ponto que indica a produção máxima de MF, o acúmulo foi de 27,15 g, representando um incremento de aproximadamente 183,3%.

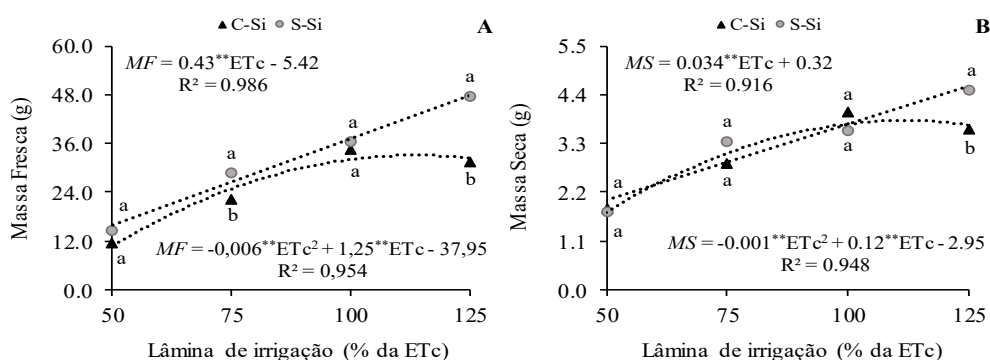


Figura 1. Produção de massa fresca (A) e massa seca (B) da cultura do coentro em função da interação entre as lâminas de irrigação com e sem a aplicação de silício. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as condições com e sem a aplicação de silício pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Já na Figura 1B, para a condição sem aplicação exógena de silício, na lâmina de 50%, há um crescimento de 2,02 g no acúmulo de MF da planta, e para a maior lâmina (125%), a elevação foi de 4,32 g, representando um acréscimo de 113,9%. Já na situação com o silício, a lâmina de eficiência foi de 98% da ETc, que correspondeu a uma produção de MF de 1,7 g para a menor lâmina aplicada, e no ponto que indica a produção máxima de MF, acumulou-se 3,5 g, que representa um incremento aproximado de 105,9%.

Conforme demonstrado na Figura 2A, observou-se que a eficiência do uso da água na produção de MF variou em função da lâmina de irrigação e da aplicação de silício. Para a condição sem a aplicação de silício, na menor lâmina testada (50%), o valor de EUAMF teve um incremento de 6,1 g. À medida que a lâmina de irrigação foi elevada, a eficiência aumentou, atingindo um valor de 9,1 g de acordo com o valor da lâmina de irrigação onde EUAMF alcançou o valor máximo. Esse resultado representa um incremento de 49,2%.

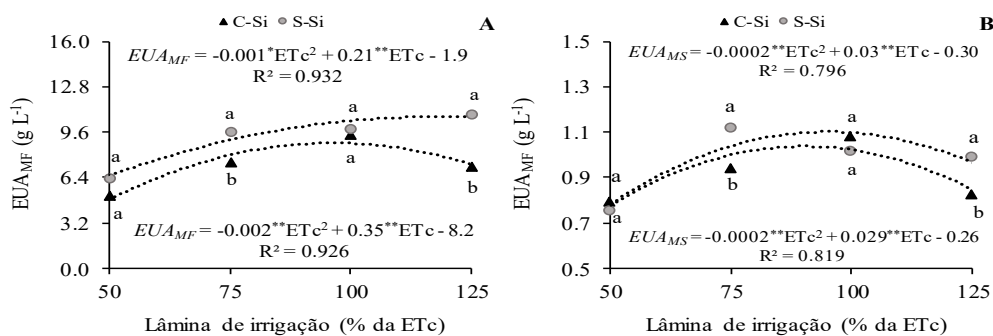


Figura 2. Eficiência do uso da água na produção de massa fresca (A) e massa seca (B) na cultura do coentro em função da interação entre as lâminas de irrigação com e sem a aplicação de silício. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as condições com e sem a aplicação de silício pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Já o apresentado na Figura 2B, em condição de aplicação de silício, na menor lâmina aplicada (50%) o valor de EUA_{MF} foi de 4,3 g. Com o aumento da lâmina, observou-se um crescimento progressivo na eficiência, atingindo o valor máximo de 7,1 g na lâmina de 87,5% da ETc. Esse valor representa um incremento de 65,1%.

Como demonstrado na Figura 3A, para a condição sem a aplicação de silício, na menor lâmina aplicada (50%), houve um decréscimo de 0,11 g/L e também um decréscimo de 0,03 g/L na maior lâmina (125%) no $IPMS_R$, representando uma redução de 72,8%.

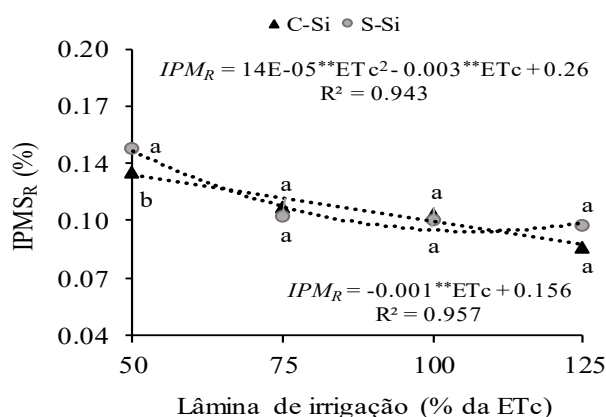


Figura 3. Índice de produção de massa seca da raiz da cultura do coentro em função da interação entre as lâminas de irrigação com e sem a aplicação de silício. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as condições com e sem a aplicação de silício pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Já para a condição com a aplicação de silício, os decréscimos, em função quadrática, foram de 0,145 g/L na menor lâmina.

CONCLUSÕES

A aplicação exógena de silício apresentou efeitos moderados na mitigação do estresse hídrico na cultura do coentro, proporcionando um discreto aumento na eficiência do uso da água em determinadas lâminas de irrigação, mas sem promover ganhos expressivos na produção de biomassa em comparação às plantas sem aplicação. Em alguns casos, observou-se até redução na massa fresca e seca, o que indica que sua eficiência pode variar conforme as condições ambientais, o manejo hídrico e a dosagem utilizada. Apesar dessas limitações, o silício demonstrou potencial para modular respostas fisiológicas das plantas frente ao déficit hídrico, o que pode contribuir para a resiliência da cultura quando aliado a estratégias de manejo adequadas. Esses resultados evidenciam a importância de aprofundar as pesquisas sobre

diferentes concentrações, formas de aplicação e combinações com práticas de irrigação, visando otimizar o uso do silício e ampliar seu papel na produção sustentável do coentro sob condições de estresse abiótico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao grupo de pesquisa LEMGE (Laboratório de Estatística, Modelagem e Geoprocessamento), ao grupo PET (Programa de Educação Tutorial) e a Universidade Federal do Cariri (CCAB/UFCA, Crato, CE) pelo apoio, orientação e logística na realização dos trabalhos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo seu apoio financeiro aos bolsistas participantes desta pesquisa e ao PROJETO: Edital n.162022, PDPG – Pós-doutorado Estratégico.

REFERÊNCIAS

- Cassel, J. L., Gysi, T., Rother, G. M., Pimenta, B. D., Ludwig, R. L., & Santos, D. B. dos. (2021). Benefícios da Aplicação de Silício em Plantas / Benefits of the Application of Silicon in Plants. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 4(4), 6601–6615.
- Pereira, R. S., Muniz, M. F. B. and Nascimento, W. M. (2005) ‘Aspectos Relacionados à Qualidade de Sementes de Coentro’, **Horticultura Brasileira**, 23(3), pp. 703–706.
- Virgílio, I.G.F. Sementes da Mudança. *Agroanalysis*, p.13-15, agosto, 2001.
- Santos, Lc dos.; Silva, Gam da.; Abranches, M. de O.; Rocha, Jla.; Silva, St de A.; Ribeiro, Mds.; Gomes, Vr.; Severo, PJ da S.; Brilhante, CL.; Sousa, FQ de. O Papel do Silício nas Plantas. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [s. l.], v. 7, pág. e3810716247, 2021.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change**. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

Zamora, J. L.; Cardoso, M. A.; Silva, J. A.; Costa, M. S.; Sousa, J. M.; Silva, M. S. A. O coentro (*Coriandrum sativum* L.) na agricultura familiar do semiárido nordestino: importância econômica e social. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 14, n. 1, p. 45-58, 2019.

Cavalcanti, F. L. A.; Santos, J. C. P.; Pereira, J. R.; Leite, J. P.; Silva, M. C. L.; Freire, F. J.; Silva, D. J.; Sousa, A. R.; Messias, A. S.; Faria, C. M. B.; Burgos, N.; Lima Júnior, M. A.; Gomes, R. V.; Cavalcanti, A. C.; Lima, J. F. V. F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**. 2008. 212p.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos-Mesorregião do Sul Cearense**. FUNCEME. 2012.