

**Scientific Electronic Archives**

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 17 (5)

Sept/Oct 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/17520241968>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1971>



## Benefício da adubação silicatada no crescimento de plantas de alface

### Benefit of silicate fertilizer on the growth of lettuce plants

*Corresponding author*

**Sandro Dan Tatagiba**

Instituto Federal Catarinense

[sandrodantatagiba@yahoo.com.br](mailto:sandrodantatagiba@yahoo.com.br)

**Henrique Rigo**

Instituto Federal Catarinense

**Emily Cristina Sarmiento**

Instituto Federal Catarinense

**Alan Schreiner Padilha**

Instituto Federal Catarinense

**Crizane Hackbarth**

Instituto Federal Catarinense

**Gilson Ribeiro Nachtigall**

Instituto Federal Catarinense

**Érika Andressa da Silva**

Instituto Federal Catarinense

**Ricardo Araújo**

Instituto Federal Catarinense

**Resumo.** O objetivo deste trabalho foi investigar diferentes doses de silício (Si), aplicados via foliar, no crescimento de plantas de alface. Para isso, mudas de alface, *Lactuca sativa* L., variedade crespa, cultivar “Vanda”, cresceram em vasos plásticos contendo 5 dm<sup>3</sup> de substrato no interior da casa de vegetação do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. As plantas cresceram com o substrato mantido próxima a capacidade de campo até o final do experimento, com duração de 45 dias após o transplante (DAT) das mudas para os vasos. O controle da irrigação foi realizado pelo método gravimétrico (pesagem diária dos vasos), adicionando-se água até que a massa do vaso atingisse o valor prévio determinado, considerando-se a massa do solo e de água. A aplicação das doses de Si foi realizada através de um pulverizador manual com capacidade de 500 mL e um bico tipo leque para aplicação. Plantas controles onde não foram aplicadas o Si, foram pulverizadas com água destilada. Utilizou-se o fertilizante foliar mineral simples silicato de potássio (Flex Silício®) nas doses: 0,0 mL/L (Controle), 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 mL/L de silicato de potássio, aplicados a cada 10 DAT das mudas para os vasos. O experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em cinco níveis de doses do silicato de potássio (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 mL/L). Cada unidade experimental foi composta de um vaso plástico contendo uma planta. Os dados foram submetidos à análise de variância, e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey (5% de probabilidade), utilizando o programa o software R®, versão 4.3.2. As avaliações de crescimento foram realizadas no final do período experimental, aos 45 DAT das mudas para os vasos. Em cada coleta foram analisados por planta em cada tratamento as seguintes variáveis: número de folhas, diâmetro do coleto, altura, a matéria seca da folha, caule, raiz e total (folha, ramos e haste, e raiz). De acordo com os resultados

obtidos foi observado que o fornecimento de Si beneficiou o crescimento das plantas, como foi evidenciado pelos aumentos significativos encontrados para o diâmetro caulinar e a altura. O Si contribuiu para o incrementos significativos da matéria seca da folha, do caule e da raiz, levando ao maior acúmulo de matéria seca total das plantas, principalmente na dose de 6,0 ml/L de silicato de potássio, favorecendo o crescimento.

**Palavras-chaves:** análise de crescimento, *Lactuca sativa*, silício.

**Abstract.** The objective of this work was to investigate different doses of silicon (Si), applied via foliar, on the growth of lettuce plants. For this, lettuce seedlings, *Lactuca sativa* L., curly variety, cultivar "Vanda", grew in plastic pots containing 5 dm<sup>3</sup> of substrate inside the greenhouse of the Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. The plants grew with the substrate kept close to field capacity until the end of the experiment, lasting 45 days after transplantation (DAT) of the seedlings into the pots. Irrigation control was carried out using the gravimetric method (daily weighing of the pots), adding water until the mass of the pot reached the previously determined value, considering the mass of soil and water. The application of Si doses was carried out using a manual sprayer with a capacity of 500 mL and a fan-type nozzle for application. Control plants where Si was not applied were sprayed with distilled water. The simple mineral foliar fertilizer potassium silicate (Flex Silício<sup>®</sup>) was used in doses: 0.0 ml/L (Control), 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 ml/L of potassium silicate, applied every 10 DAT of the seedlings to the pots. The experiment was set up in a completely randomized design, with four replications, at five dose levels of potassium silicate (0.0, 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 ml/L). Each experimental unit was composed of a plastic pot containing a plant. The data were subjected to analysis of variance, and the treatments were compared using the Tukey test (5% probability), using the R<sup>®</sup> software program, version 4.3.2. Growth assessments were carried out at the end of the experimental period, at 45 DAT of the seedlings into the pots. In each collection, the following variables were analyzed per plant in each treatment: number of leaves, diameter of the collection, height, dry matter of the leaf, stem, root and total (leaf, branches and stem, and root). According to the results obtained, it was observed that the supply of Si benefited plant growth, as evidenced by the significant increases found for stem diameter and height. Si contributed to significant increases in leaf, stem and root dry matter, leading to greater accumulation of total plant dry matter, especially at a dose of 6.0 ml/L of potassium silicate, favoring growth.

**Keywords:** growth analysis, *Lactuca sativa*, silicon.

## Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa, pertence à família Asteraceae mais difundida no mundo, apresentando expressiva importância econômica e social no Brasil, uma vez que sua produção se estende durante todo o ano (OLIVEIRA et al., 2004). Utilizada em saladas por seu poder refrescante, de sabor agradável e de fácil preparo, é rica em fibras, ferro, folato, ácido ascórbico e outros compostos bioativos, e por outro lado é pobre em calorias, gordura e sódio, o que a torna a hortaliça mais consumida entre as folhosas (KIM et al., 2016).

Estudos científicos com suplementação mineral de silício (Si) no Brasil e em outros países têm ganhado destaque, mostrando que a aplicação do elemento tem produzido resultados satisfatórios sobre as plantas. O depósito de Si sobre o vegetal pode fortalecer a estrutura da parede celular, aumentando a resistência ao acamamento e ao ataque de pragas e doenças, reduzir a transpiração, além de proporcionar benefícios como o aumento na produtividade e amenização do estresse hídrico e salino (RODRIGUES; OLIVEIRA; KORNDORFER, 2011). O Si também pode auxiliar a morfologia das plantas, como na captação da energia luminosa, através da obtenção de folhas mais eretas, o que resulta em maior eficiência fotossintética (PEREIRA; VITTI; KORNDORFER, 2003). Assim, a aplicação de silicato de potássio, pode ser uma estratégia de fornecimento de Si, para melhorar a sanidade da alface, diminuindo aplicações de agroquímicos, melhorando a qualidade do produto a ser consumido (OLIVEIRA, 2021).

Ainda, os benefícios do Si estão associados a vários efeitos indiretos, como na redução da desidratação do vegetal, maior estabilidade

mecânica celular e na redução de toxicidade pelo acúmulo Mn, Fe e Al e outros metais pesados, além do aumento da absorção de fósforo (KORNDORFER; DATNOFF, 1995).

Embora existam todas essas informações sobre o Si, o uso desse elemento na nutrição de plantas e seus efeitos sobre a produção da alface permanecem em parte, pouco explorados. Alternativas como a identificação e práticas para o manejo desse elemento em programas de adubação podem desempenhar papel importante nos rendimentos, sendo necessário estudo aplicado que identifique e quantifique as doses e os fertilizantes a serem utilizados, permitindo uma recomendação adequada na aplicação.

Contudo a aplicação exógena de Si, por meio da pulverização foliar, pode ser uma alternativa viável, proporcionando efeitos benéficos ao cultivo da alface. Dessa forma, conhecer os benefícios do Si sobre o cultivo da alface torna-se imprescindível para dar suporte ao agricultor sobre os efeitos da adubação silicatada na qualidade do vegetal. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar o uso de diferentes doses foliares de Si no crescimento de plantas de alface.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O presente estudo foi realizado em casa de vegetação pertencente ao Instituto Federal Catarinense - Campus Videira, localizado na rodovia SC 135, Km 125, bairro Campo Experimental, no município de Videira, estado de Santa Catarina.

O município encontra-se na zona agroecológica do Vale do Rio do Peixe, com clima subtropical, segundo classificação de Koppen, apresentando temperatura moderada, chuva bem

distribuída e verão brando. Podem ocorrer geadas, tanto no inverno como no outono. As temperaturas médias são inferiores a 20°C, exceto no verão. No inverno a média é inferior a 14°C, com mínimas inferiores a 8°C.

#### *Material experimental*

Mudas de alface, *Lactuca sativa* L., variedade crespa, cultivar “Vanda”, cresceram em vasos plásticos contendo 5 dm<sup>3</sup> de substrato, constituído de uma mistura de terra extraída da camada de 0,40 a 0,80 m de profundidade de um Argissolo Vermelho Distrófico e substrato comercial Tropstrato® (Vida Verde, Mogi Mirim, SP) na proporção 3:1, respectivamente. Foi realizada análise granulométrica do substrato, obtendo-se a classificação textural como muito argiloso.

Amostras do substrato foram analisadas quimicamente, resultando em boa disponibilidade de bases trocáveis (SB = 28,1 cmolc.dm<sup>-3</sup>), de saturação de bases (V = 88,9%) e de disponibilidade de fósforo (94,8 mg.dm<sup>-3</sup>). Antes do plantio não foi necessário realizar a correção da acidez do solo. As adubações de plantio e de cobertura foram realizadas de acordo com o Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 2016). O nitrogênio foi fornecido na forma de uréia, parcelado em três vezes (Três aplicações em cobertura). O fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) foi aplicado no plantio (Única dose) e o potássio aplicado na forma de cloreto de potássio (Duas aplicações em cobertura).

No plantio foram fornecidos 1,62 g/vaso de fosfato. As adubações de cobertura foram realizadas a cada dez dias após o transplante (DAT) das mudas para os vasos, fornecendo-se na primeira adubação 0,14, e 0,12 g de uréia e cloreto de potássio, respectivamente. Na segunda adubação foi fornecido 0,24 e 0,14 g de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, e na terceira 0,31 g de uréia.

#### *Manejo hídrico*

Para o estabelecimento de água no substrato, foi utilizado o nível de água, definido a partir da porosidade total do solo, com valor acima de 80% do volume total de poros ocupados por água (Capacidade de Campo), sendo o controle da irrigação realizado pelo método gravimétrico (Pesagem diária dos vasos), adicionando-se água até que a massa do vaso atingisse o valor prévio determinado, considerando-se a massa do solo e de água, conforme metodologia descrita por Freire et al. (1980).

#### *Doses de silicato de potássio*

A aplicação das doses de Si sobre as folhas foram realizadas através de um pulverizador manual com capacidade de 500 mL e um bico tipo leque para aplicação. Plantas controles onde não foram aplicadas o Si, foram pulverizadas com água destilada. Utilizou-se o silicato de potássio, Flex

Silício®, nas doses: 0,0 ml/L (Controle), 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 ml/L em três aplicações realizadas a cada dez DAT das mudas para os vasos (10, 20 e 30 DAT). O produto utilizado apresenta formulação do tipo EC (Concentrado emulsionável), sendo recomendado para a cultura da alface, apresentando os seguintes nutrientes solúveis em água na escala peso/volume: 165,6 g/L de K<sub>2</sub>O (Potássio) e de Si (Silício).

#### *Determinação do crescimento*

As coletas para avaliação do crescimento foram realizadas aos 45 DAT, no final do período experimental. Na coleta foram avaliados por planta as seguintes variáveis: número de folhas, diâmetro caulinar e altura. Também foi avaliada a matéria seca da folha, do caule, da raiz e total (folha, caule e raiz).

A matéria seca foi obtida com o auxílio de uma estufa com ventilação forçada a 55 °C, até o material vegetal atingir peso constante, utilizando uma balança eletrônica semi analítica (Modelo AD 500S, Marte®). O diâmetro do coleto foi determinado com auxílio de paquímetro digital (Starrett) modelo 727 a 01 (Um) cm do substrato, e a altura das plantas, através de régua milimetrada.

#### *Delineamento experimental*

O experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em cinco níveis de doses do silicato de potássio (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 ml/L). Cada unidade experimental foi composta de um vaso plástico contendo uma planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) utilizando o programa o software R®, versão 4.3.2.

#### **Resultados e Discussão**

A Figura 01 apresenta os valores médios de crescimento para o número de folhas, diâmetro caulinar e altura no final do experimento, aos 45 DAT, para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

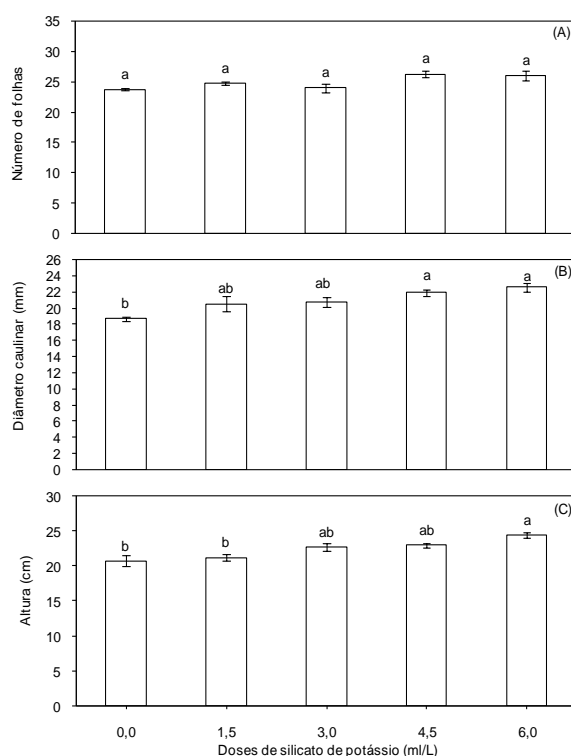
Observa-se para o número de folhas que não houve diferença significativa entre as médias, evidenciando que a aplicação de Si, via foliar, não contribuiu para incrementos no número de folhas da cultivar “Vanda” (Figura 01 A).

Gonzaga et al., (2020) estudando o crescimento de mudas das variedades de alface Mônica SF 31 (Crespa) e Rafaela (Americana) em diferentes doses de adubação silicatada, constataram diferenças significativas entre as médias do número de folhas das variedades nas doses de 13,3 e 32,3 kg.ha de Si. Por outro lado, sem a utilização de Si e na maior dose utilizada (53,2 g.kg) não houve diferença entre as variedades. Estes autores, ainda notaram, que o Si adicionado estimulou o aumento do número de folhas nas duas variedades, resultados que diferem de nosso estudo.

De acordo com Neves et al., (2020) o aumento do número de folhas pode estar

relacionado ao efeito da pulverização foliar do Si em proporcionar incremento do elemento na planta, favorecendo a fotossíntese, fato relatado por outros autores e também pelo fato da folha ser o principal órgão de deposição do elemento (EPSTEIN, 1999; TAKAHASHI; KURATA, 2007). Entretanto, outros fatores também devem ser levados em consideração, tais como as características genéticas intrínsecas da cultivar, condições ambientais e de solo.

Para o diâmetro do coleto, de modo geral, nota-se que houve diferença significativa entre as médias à medida que se aumentava as doses de Si. Verificou-se, principalmente nas doses de 4,5 e 6,0 ml/L de silicato de potássio, que as médias foram significativamente diferentes ao tratamento controle (0,0 ml/L de silicato de potássio) (Figura 01 B). Aumentos significativos nas médias do diâmetro caulinar em 14,6 e 17,2% nas doses de 4,5 e 6,0 ml/L de silicato de potássio, respectivamente, foram



**Figura 01.** Número de folhas (A), diâmetro caulinar (B) e altura (B) das plantas de alface no final do experimento.

\*Médias dos tratamentos seguidas de letras diferentes na coluna representam que são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P \leq 0,05$ ). Barras em cada ponto representam o erro padrão da média.

encontrados em comparação as plantas mantidas a 0,0 ml/L de silicato de potássio (Tratamento controle). Estes resultados estão de acordo com Oliveira (2022), que observou incremento significativo no diâmetro do caule em alface pela aplicação de adubação silicatada. Segundo Ferri (1985), o diâmetro caulinar em plantas de alface é uma característica importante em estudos morfofisiológicos, refletindo de modo prático no crescimento e na diferenciação da planta, favorecendo todo o processo das relações solo-planta, uma vez que irá influenciar na capacidade que as plantas terão em sustentar o peso das folhas (YOSHIDA, 1975).

A altura das plantas apresentou tendência similar aos resultados encontrados para o diâmetro caulinar. Observa-se que a adubação silicatada beneficiou significativamente a altura das plantas (Figura 01 C). A dose de 6,0 ml/L de silicato de potássio apresentou valores significativamente superiores para as médias em altura em relação à dose de 0,0 (Controle) e 1,5 ml/L de silicato de

potássio, registrando valores 15,1 e 13,1% maiores, respectivamente.

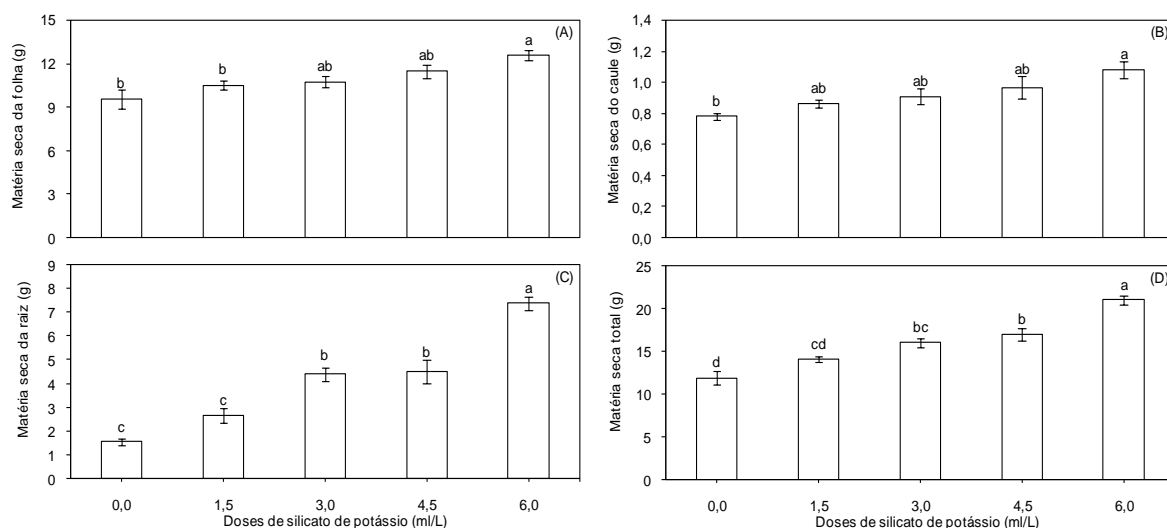
A Figura 02 apresenta os valores médios de matéria seca da folha, do caule, raiz e total no final do experimento, aos 45 DAT, para o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que a matéria seca da folha apresentou valores das médias significativamente diferentes entre si (Figura 02 A). À medida que aumentou as doses de silicato de potássio houve incremento significativo nas médias, principalmente na dose de 6,0 ml/L, a qual apresentou incremento significativo de 23,6% em relação as plantas mantidas na dose de 0,0 ml/L. Estes resultados estão de acordo com os observados por Gonzaga et al., (2020), onde as doses de Si beneficiaram o acúmulo de matéria seca na parte aérea de mudas de alface das variedades Mônica SF31 e Rafaela. Resende et al. (2003) também observaram em alface americana, que a aplicação de cinco doses de Si (0,0; 0,9; 1,8; 2,7 e 3,6 kg/ha), via foliar,

exerceu influência sobre a massa seca das folhas da cultura.

Segundo Larcher (2006), a folha atua diretamente na formação de carboidratos, os quais são alocados para os órgãos vegetativos em crescimento, levando a uma maior produtividade da parte aérea. O aumento na matéria seca da folha pode estar relacionado com o benefício do Si na redução do acamamento das plantas, auxiliando as folhas ficarem mais eretas, melhorando a interceptação da radiação luminosa, evitando assim, o auto sombreamento e potencializando a

fotossíntese, por meio da rigidez estrutural provocado nos tecidos foliares pela deposição de celulose e hemicelulose (MARSCHNER, 1995; FERREIRA et al., 2010; VIDAL; PRADO, 2011), levando ao maior crescimento desse órgão da planta. Dessa forma, quanto maior a interceptação da radiação solar pela planta, maior será a capacidade de realizar fotossíntese, o que conseqüentemente irá favorecer o incremento em matéria seca.



**Figura 03.** Matéria seca da folha (A), caule (B), raiz (C) e total (D) da alface no final do experimento.

\*Médias dos tratamentos seguidas de letras diferentes na coluna representam que são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P \leq 0,05$ ). Barras em cada ponto representam o erro padrão da média.

Epstein e Blom (2006) relataram ainda que o Si pode proporcionar outros benefícios para as plantas, dentre os quais se destacam: maior teor de clorofila, aumento na assimilação de nitrogênio em compostos orgânicos nas células e maior suprimento de carboidratos.

Os valores médios da matéria seca do caule apresentaram tendência estatística similar aos encontrados para a matéria seca da folha (Figura 2 B). Observa-se que houve diferenças significativas entre as médias da matéria seca do caule com o aumento das doses de silicato de potássio. Destaque deve ser dado para a dose de 6,0 ml/L de silicato de potássio, onde se registrou aumento significativo de 24,8% em comparação as plantas mantidas no tratamento controle (0ml/L).

Neves et al., (2020) estudando diferentes doses de Si em plantas de alface verificaram que o Si promoveu incremento na matéria seca do caule, embora grande parte da deposição desse elemento, ter sido absorvido pela folha, correspondendo a 71% do total e no caule apenas 13%.

O crescimento da matéria seca da raiz é apresentado na Figura 02 C. Observa-se que houve incremento significativo na matéria seca da raiz à medida que aumentou as doses de silicato de potássio. Observe que a dose de 6,0 ml/L de silicato de potássio foi a que registrou a maior média

significativa para a matéria seca da raiz quando comparada com os demais tratamentos, confirmando que a adubação silicatada, favoreceu o crescimento radicular. Segundo Abadalla (2011), a aplicação de Si pode favorecer a um maior desenvolvimento da raiz. Contudo, outros fatores devem ser levados em consideração tais como as condições ambientais e de solo.

Em trabalhos realizados por Neves et al., (2020) e mais recentemente por Oliveira (2022) estudando o efeito de doses de Si sobre plantas de alface, os autores encontraram em seus respectivos trabalhos, incrementos significativos na matéria seca da raiz favorecidos pela adubação silicatada.

A matéria seca total apresentou incrementos significativos à medida que aumentou as doses de silicato de potássio, evidenciando que o Si beneficiou o crescimento das plantas de alface (Figura 02 D). Verifica-se que a média da matéria seca total foi significativamente superior na dose de 6,0 ml/L de silicato de potássio em relação aos demais tratamentos, sendo a dose recomendada para o uso no cultivo da variedade de alface estudada. Aumentos significativos na média da matéria seca total na dose de 6,0 ml/L de silicato de potássio corresponderam a 56,7; 33,2; 23,6 e 19,3% em comparação as doses de 0,0; 1,5; 3,0 e 4,5 ml/L de silicato de potássio, respectivamente.

Dessa forma, observa-se no presente estudo que o Si beneficiou o crescimento da alface, confirmando que este nutriente promoveu maior acúmulo da matéria seca na planta. Shi et al. (2013), sugerem que um dos papéis do Si nos tecidos vegetais esteja relacionado às funções fisiológicas, como no aumento do metabolismo antioxidante, na maior eficiência da capacidade fotossintética e na redução da transpiração. Ainda, Korndörfer e Datnoff (1995) enfatizam o benefício do Si no aumento da resistência mecânica das células, na resistência a pragas e doenças. Além disso, esse nutriente contribui para a estruturação da parede celular de raízes e folhas. Isso aumenta os conteúdos de hemicelulose e lignina, aumentando a rigidez da célula (RESENDE; YURI; SOUZA, 2007).

### Conclusões

O fornecimento de Si via foliar beneficiou aspectos morfológicos em plantas de alface, como foi verificado pelos aumentos significativos no diâmetro caulinar e na altura das plantas.

O Si favoreceu o crescimento das plantas, evidenciando pelo incremento significativo observado na matéria seca das folhas, do caule, da raiz e total, principalmente na dose de 6,0 ml/L de silicato de potássio.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal Catarinense - Campus Videira, concedendo bolsas de iniciação científica, através do Edital nº 8 / 2023 - Gabinete/Videira, aos alunos Emily Cristina Sarmento e Henrique Rigo.

### Referências

ABDALLA, M. M. Beneficial effects of diatomite on growth, the biochemical contents and polymorphic DNA in *Lupinus albus* plants grown under water stress. *Agriculture and Biology Journal of North America*, v. 2, n. 2, p. 207-220, 2011. <https://www.scribd.com/document/2011/2/ABJNA-2-2-207-220.pdf>.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.

EPSTEIN, E. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 50, n. 03, p. 641-664, 1999. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.50.1.641>.

EPSTEIN, E., BLOOM, A. J. NUNES, M. E. T (trad.). *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Planta: Londrina, 2006. 403 p.

FERREIRA, R. L. F., SOUZA, R. J., CARVALHO, J. G., ARAÚJO NETO, S. E., MENDONÇA, V., WADT, P. G. S. Avaliação de cultivares de alface adubadas com silicato de cálcio em casa de vegetação.

*Ciência e agrotecnologia*, v. 34, n. 5, p. 1093-1101, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500003>.

FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal* São Paulo: EPU, 1985, p. 362.

FREIRE, J. C., RIBEIRO, M. V. A., BAHIA, V. G., LOPES, A. S., AQUINO, L. H. Respostas do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 4, n. 1, p. 5-8, 1980.

GONZAGA, T. O. D., ARAÚJO, C., ANDRADE, A. L., RIBEIRO-SANTOS, J. M., SILVA, G. B., SILVA, V. L. Produção de mudas de alface (*Lactuca sativa*) submetidas a diferentes doses de silício. *Scientific Electronic Archives*, v. 13, n. 01, p. 1-7, 2020. <https://doi.org/10.36560/1312020863>.

KIM, M.J. et al. Nutritional value bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 49, p. 19-34, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>.

KORNDÖRFER, G. H., DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana de açúcar e do arroz. *Informações Agrônomicas*, v. 70, p. 1-3, 1995.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Editora Rima. 2006. 531p.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London, Academic Press, 920p. 1995.

NEVES, M. G., PINHEIRO, S. M. G., CARDOSO, F. L., MACHADO, R. dos S., MAMBRI, A. P. de S., ANDRIOLO, J. L. Silicon on growth and development of lettuce lettuce plants. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 2330-2337, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-170>

OLIVEIRA, A. C. A. Influência de silicato de cálcio e magnésio na produção e pós-colheita de alface. 2022. 30p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia), Instituto Federal Goiano – Campus Posse – Góias, 2022.

OLIVEIRA, D. D. D. Aplicações de calcário e silicato no desenvolvimento de alface sob estresse causado por nematóide das galhas. 2021. 77p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, concentração Sistemas Biológicos e Agroindustriais), Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel – Paraná, 2021.

OLIVEIRA, A. C. B., SEDIYAMA, M. A. N., PEDROSA, M. W., GARCIA, N. C., GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. *Acta*

Scientiarum, v.26, n.2, p.211-217, 2004. doi: 10.4025/actasciagron.v26i2.1894.

PEREIRA, H. S., VITTI, G. C., KORNDORFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n. 1, p. 101-108, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000100011>.

RESENDE, G. M. de, YURI, J. E., SOUZA, R. J. de. Épocas de plantio e doses de silício no rendimento de alface tipo americana. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 25, n. 3, p. 455-459, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000300026>.

RESENDE, M. G. de, YURI, J. E., MOTA, J. H., FREITAS, S. A. C. de, RODRIGUES JÚNIOR, J. C., SOUZA, R. J. de, CARVALHO, J. G. de. Adubação foliar com silício em alface americana (*Lactuca sativa* L.) em cultivo de verão. Horticultura Brasileira, v.21, n.2, p.374, 2003. [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPA TSA/29552/1/OPB166.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPA_TSA/29552/1/OPB166.pdf).

RODRIGUES, F. A., OLIVEIRA, L. A., KORNDORFER, A. P. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. Informações Agronômicas, n. 134, p. 14-20, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2013.10.001>.

SHI, Y., WANG, Y., FLOWERS, T. J., GONG, H. Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. Journal of Plant Physiology. Stuttgart, v.170, p.847-853, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.01.018>

TAKAHASHI, N.; KURATA, K. Relationship between transpiration and silica content of the rice panicle under elevated atmospheric carbon dioxide concentration. Journal of Agricultural Meteorology, v. 63, p. 89-94, 2007. <https://doi.org/10.2480/agrmet.63.89>.

VIDAL, A. A., PRADO, R. M. Aplicação de escória siderúrgica, calcário e ureia em latossolo cultivado com arroz. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, n. 2, p. 264-272, 2011. <https://revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/1302>

YOSHIDA, S. The physiology of silicon in rice. Taipei: Food and Fertilization Technology Center, (FFTC. Technical Bulletin, 25). 1975.