



## Uso do silício em tomateiro cultivado em ambiente protegido

Sandro Dan Tatagiba<sup>1</sup>, Flávio Alessandro Sommariva<sup>1</sup>, Bruna Colle Rissardi<sup>1</sup>, Ana Luiza Pirolli Figueiredo<sup>1</sup>, Iuri Eduardo Lenser Scheid<sup>1</sup>

**RESUMO:** Buscou-se neste trabalho investigar o uso de Si (Silício) no crescimento e rendimento produtivo do tomateiro. Para esta finalidade, plantas de tomate, cultivar “Santa Clara” foram cultivadas em vasos de 8,0 dm<sup>-3</sup> mantidas com o substrato próximo a capacidade de campo. Foram avaliadas as seguintes características: altura, diâmetro do coleto, matéria fresca da raiz, da haste e ramos, das folhas e total, além dos teores de pigmentos fotossintéticos: clorofila *a*, *b* e *total*, o número de frutos verdes e maduros, de cachos, de frutos por cacho, diâmetro longitudinal e vertical dos frutos, peso dos frutos, produção por planta e estimativa de produtividade. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em dois níveis de doses do silicato de potássio: 0,0 ml/L (Controle, Si-) e 2,0 ml/L (Si+). Cada unidade experimental foi composta de um vaso plástico contendo uma planta. Os resultados obtidos mostraram que o fornecimento de Si não interferiu na altura e diâmetro do coleto, assim como, não afetou os índices de pigmentos fotossintéticos foliares, entretanto, favoreceu aumentos significativos na matéria fresca das plantas. O rendimento produtivo do tomateiro, cultivar Santa Clara, não foi beneficiado pela aplicação foliar de Si.

**Palavras-chave:** adubação silicatada, crescimento, produção, *Solanum lycopersicum*.

## Use of silicon in tomato plants grown in a protected environment

**ABSTRACT:** This study aimed to investigate the use of Si (Silicon) in the growth and productive yield of tomato plants. For this purpose, tomato plants of the “Santa Clara” cultivar were grown in 8.0 dm<sup>-3</sup> pots maintained with the substrate close to field capacity. The following characteristics were evaluated: height, stem diameter, fresh matter of the root, stem and branches, leaves and total, in addition to the contents of photosynthetic pigments: chlorophyll *a*, *b* and total, the number of green and ripe fruits, bunches, fruits per bunch, longitudinal and vertical diameter of the fruits, fruit weight, production per plant and estimated productivity. The experiment was installed in a completely randomized design, with four replicates, at two levels of potassium silicate doses: 0.0 ml/L (Control, Si-) and 2.0 ml/L (Si+). Each experimental unit consisted of a plastic pot containing one plant. The results obtained showed that the supply of Si did not interfere with the height and diameter of the stem, nor did it affect the indexes of leaf photosynthetic pigments; however, it favored significant increases in the fresh matter of the plants. The productive yield of the tomato cultivar Santa Clara was not benefited by the foliar application of Si.

**Keywords:** silicate fertilization, growth, production, *Solanum lycopersicum*.

## INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) pertencente à família Solanaceae, é originário da América do Sul e pesquisas apontam que já era cultivado pelos incas e astecas há cerca de 1300 anos (Currency, 1963), sendo em tempos contemporâneos uma das principais hortaliças cultivadas e consumidas mundialmente. No Brasil é a hortaliça de maior preferência de consumo, estando presente diariamente na alimentação (Menezes et al., 2018). Apresenta importância alimentar e nutricional caracteriza-se pela presença de sais minerais, vitaminas A e C, sendo um poderoso antioxidante (Melo et al., 2014). Ainda de acordo com Kaur et al. (2013) possui na composição do fruto elementos como cobre, ferro e cromo que agem com o licopeno na prevenção de danos celulares.

A produção mundial de tomate ultrapassou 180 milhões de toneladas (FAO, 2020), e o Brasil, produziu no mesmo ano cerca de 3,9 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 54,5 mil hectares (ha) (Rubin et al., 2019). O estado de Santa Catarina ocupa a sexta posição em área cultivada no país, com aproximadamente 2.700 ha, sendo o sétimo em produtividade, com 64,0 toneladas/ha (IBGE, 2018). No entanto, a média da produtividade para o estado de Santa Catarina está abaixo da média nacional com 69,9 toneladas/ha (IBGE, 2022). Entre os fatores que limitam a produtividade do tomateiro no estado, destacam-se a temperatura, umidade, ventilação, incidência da radiação, além da fertilidade do solo e o ataque de vários patógenos, sendo necessária a busca de alternativas de competitividade para a condução da cultura, reduzindo os custos de

Recebido em 22/03/2025; Aceito para publicação em 18/07/2025

<sup>1</sup> Instituto Federal Catarinense - IFCatarinense (Campus Videira)

\*e-mail: sandrodantatagiba@yahoo.com.br

produção e elevando a produtividade e qualidade. Dentre as alternativas está à adubação silicatada.

O silício (Si) é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre e, apesar de, não ser considerado um elemento essencial às plantas, devido ao fato de não atender aos critérios de essencialidade, vem apresentando resultados promissores ao favorecer o crescimento e produção das plantas (Meena et al., 2014; Rizwan et al., 2015). O elemento é classificado como benéfico e estudos comprovam sua eficiência na melhoria de aspectos relacionados à morfologia e estruturação celular, ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas (Wang et al., 2017).

Um dos principais efeitos do Si está na redução da toxicidade a metais pesados e de nutrientes em excesso, aumento da tolerância das plantas tratadas com o elemento (Anwaar et al., 2015; Tripathi et al., 2015). Observa-se, ainda que o Si atua no aumento da biossíntese de clorofila e manutenção da fotossíntese em condições de estresses ambientais (Imtiaz et al., 2016). De acordo com Farooq et al. (2013) a aplicação de Si pode contribuir para incrementos no conteúdo de clorofila *a* e *b*, carotenóides, favorecendo ainda a redução da transpiração, economizando água na planta, beneficiar a assimilação de CO<sub>2</sub> pela menor condutância estomática em condições de estresse (Hussain et al., 2015; Tripathi et al., 2015).

Em plantas tratadas com Si observa-se também maior resistência ao acamamento, redução de ataque por pragas e patógenos, devido à formação de células epidérmicas mais grossas e lignificadas, além potencializar a produção de fitoalexinas e a ativação de enzimas de defesa das plantas (Tatagiba et al., 2014; Liang et al., 2015; Debona et al., 2017). Além disso, o Si atua diminuindo a produção de espécies reativas de oxigênio molecular e aumenta a atividade de enzimas antioxidantes nas plantas (Kim et al., 2017).

O tomateiro está entre as hortaliças que apresentam baixa absorção de Si, chamadas de não acumuladoras (<0,5 % de SiO<sub>2</sub>) e a aplicação foliar do elemento pode contribuir para o acúmulo nos tecidos (Marschner, 1995), apresentando potencial de melhoraria para a qualidade produtiva. O Si ainda pode atuar na resistência a patógenos, diminuindo impactos ambientais, custos de produção e a quantidade de resíduos de agrotóxicos nos frutos comercializados (Miranda et al., 2008).

Rodrigues et al. (2016), investigando concentrações de Si na forma de silicato de potássio, observaram incremento na produção de frutos de tomateiro, sendo este efeito atribuído aos ganhos fisiológicos e, em específico, na fotossíntese, pois houve incremento nos teores de clorofila *a*, *b* e *total*. Avaliando o uso de Si em tomateiro, Marondin et al., (2016), verificaram que o elemento reduziu o número de frutos não comerciais, aumentando a

produtividade, e melhorando a qualidade e as propriedades pós-colheita. Em estudo semelhante, também foi observado que houve aumento no rendimento produtivo, reduzindo os frutos de tomate rachados ou danificados (Marodin et al., 2014). Islam et al. (2018), também encontraram resultados positivos do uso de Si em tomateiro, como a diminuição da respiração dos frutos, aumento da firmeza e menor perda de peso fresco após o armazenamento. Por sua vez, Anjos et al. (2014), realizando a aplicação de silicato de potássio no tomateiro, via pulverização foliar, na dose de 50 g/L, constataram que houve redução no índice de doença da mancha bacteriana, de 17,5 % (testemunha) para 2,5 %.

Entretanto, Lana et al. (2003), observaram menor produção de frutos não comerciais nas doses mais altas de silicato de cálcio, os quais caracterizam-se por frutos danificados, de menor tamanho e com manchas. Recentemente, Oliveira et al. (2020), constataram que o uso de Si via solo não influenciou no crescimento e a produção de mini tomate. Constata-se assim, que a aplicação de Si na cultura do tomateiro é promissora, contudo os trabalhos são escassos e contraditórios, confirmando a necessidade de mais estudos com este elemento que apresenta potencial para melhorar a qualidade fitossanitária e produtiva do tomateiro.

Dessa forma, alternativas de identificar práticas de manejo utilizando o elemento em programas de adubação podem ser fundamentais para aumentar o rendimento produtivo, sendo necessário um estudo aplicado que identifique a real necessidade de uso do elemento como fertilizante. A aplicação exógena de Si, por meio da pulverização foliar, pode ser uma alternativa viável. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar o uso da adubação silicatada fornecida via foliar no crescimento e no rendimento produtivo do tomateiro durante o ciclo da cultura.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O presente estudo foi realizado no período de 21 de agosto a 20 de dezembro de 2024, com duração experimental de 121 dias, 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 tomateiro, *Solanum lycopersicum*, cultivar Santa Clara, foram produzidas em bandejas de polietileno expandido contendo 128 células, onde em cada célula foi depositada uma semente sob substrato comercial Tropstrato® (Vida Verde, Mogi Mirim, SP). Após germinação e crescimento inicial de 30 dias, as mudas passaram por critério de seleção quanto à uniformidade e foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 8 dm<sup>3</sup> e acondicionadas no interior da casa de vegetação. Foram selecionadas as plântulas mais vigorosas, com 2 a 3 folhas completas e em bom estado fitossanitário.

O substrato utilizado para enchimento dos vasos foi constituído de uma mistura de terra extraída da camada de 0,40 a 0,80 m de profundidade de um Argissolo Vermelho Distrófico e misturado com 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 franco argilo siltoso.

Amostras do substrato foram analisadas quimicamente, resultando em boa disponibilidade de bases trocáveis (SB = 37,1 cmolc.dm<sup>-3</sup>), de saturação de bases (V = 87,6 %), de disponibilidade de potássio (285,5 mg.dm<sup>-3</sup>) e de fósforo (193,4 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 sete vezes (Uma aplicação no plantio e seis em cobertura). Para o fósforo e potássio no momento do plantio não foi necessário realizar a aplicação.

No plantio foram fornecidos 0,204 g/vaso de uréia. As adubações de cobertura com uréia foram realizadas a cada 18 dias após o transplante (DAT) das mudas para os vasos, fornecendo-se da primeira até a sexta adubação de cobertura, as seguintes quantidades: 0,153 g, 0,348 g; 0,466 g, 0,398 g; 0,398 g e 0,290 g, respectivamente. Também foram realizadas três adubações de reforço do fertilizante mineral misto “NPK + 9 nutrientes” (Forth Frutas®), fornecendo 25 g/vaso do formulado, aos 45, 60 e 90 DAT. Foram realizadas ainda seis aplicações foliares de Cálcio (Ca) e Boro (B), utilizando o fertilizante mineral misto “Geo CaB2” (Geoclean®), fornecido na dose de 2,5 ml/L aplicados através de um pulverizador costal aos 35, 50, 65, 80, 95 e 110 DAT.

O tutoramento dos tomateiros foi realizado quando as plantas atingiram em média 30 cm de

altura, com a utilização de um cano de policloreto de vinila (PVC) com aproximadamente 2,0 m de comprimento, o qual foi enterrado e fixado de forma inclinada ao lado de cada planta no interior do vaso. O cano de PVC foi apoiado e amarrado a um arame estendido a 1,80 m do solo, preso a mourões distanciados cerca 5,00 m. À medida que as plantas foram crescendo, efetuou-se o amarramento nos canos de PVC perfurados a cada 10 cm, sendo realizadas em média cinco amarras por planta, evitando assim o tombamento das mesmas.

### 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 de Si sobre as folhas 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 silicato de potássio, Flex Silício®, nas doses: 0,0 ml/L (Controle, Si-) e 2,0; ml/L (Si+) em quatro aplicações realizadas aos 40, 55, 70 e 85 DAT. O produto utilizado apresenta formulação do tipo EC (Concentrado emulsionável), sendo recomendado para a cultura do tomateiro, apresentando os seguintes nutrientes solúveis em água na escala peso/volume: 165,6g/L de K<sub>2</sub>O (Potássio) e de Si (Silício).

### Determinação do crescimento e rendimento produtivo

A determinação da altura, do diâmetro do coleto, do número de frutos verde e maduros, do número de cachos, do número de frutos por cacho, do diâmetro longitudinal e vertical dos frutos e do peso dos frutos maduros colhidos foram realizadas em quatro avaliações do tomateiro, aos 100, 107, 114 e 121 DAT. A matéria fresca da raiz, da haste e ramos, da raiz e total (folha, haste e ramos; e raiz) foi realizada no final do experimento, aos 121 DAT.

A produção por planta foi realizado através do somatório dos valores obtidos do peso total dos frutos de cada tratamento durante as quatro avaliações. Para estimar a produtividade foi realizado o somatório dos valores obtidos da produção por planta nas quatro avaliações, considerando um espaçamento de 100 x 50 cm em um hectare (ha), totalizando 20 mil

plantas/ha. Os dados foram obtidos na unidade de toneladas (t) por ha.

A altura das plantas foi determinada através de uma fita milimetrada e o diâmetro do coleto, longitudinal e vertical dos frutos foi realizado com auxílio de paquímetro digital (Starrett) modelo 727.

O número de frutos verdes e maduros, de cachos e de frutos por cacho foram obtidos através da contagem visual nas plantas. O peso dos frutos maduros colhidos e a matéria fresca foram determinados utilizando uma balança eletrônica semi analítica (Modelo AD 500S, Marte<sup>®</sup>).

### Determinação do índice de clorofila

O teor de clorofila *a*, *b* e *total* foi realizada em quatro avaliações, obtida aos 100, 107, 114 e 121 DAT através de equipamento portátil (ClorofiLOG - Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila, modelo CFL1030, Falker<sup>®</sup>). A avaliação foi realizada de forma ótica, mantendo a câmara do equipamento fechada sobre a folha por 2 segundos, até a emissão de dois alertas sonoros de curta duração, indicando que a avaliação tinha sido realizada. A escala de medida é dada pelo Índice de Clorofila (ICF) que pode variar de 0 a 100.

Os teores de clorofila foram determinados nas folhas totalmente expandidas localizadas no terço superior das plantas.

### Delineamento experimental

Foi instalado um experimento disposto em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por duas doses de silicato de potássio: 0,0 ml/L [Controle, ausência de Si, (Si-)] e 2,0 ml/L [(Presença de Si, (Si+)]. Cada unidade experimental foi composta de um vaso plástico contendo uma planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos foram comparados pelo teste *t* ( $P \leq 0,05$ ) utilizando-se o programa o software R<sup>®</sup>, versão 4.3.2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 01 apresenta os valores médios de altura e diâmetro do coleto do tomateiro, aos 100, 107, 114 e 121 DAT, comparados pelo *t* ao nível de 5% de probabilidade.

Nota-se para a altura que houve diferenças significativas entre as médias, aos 114 e 121 DAT (Figura 1a), indicando que as plantas sem aplicação foliar de Si (Si-) registraram os maiores valores de

crescimento em relação às plantas onde foi aplicação o elemento (Si+), evidenciando que a aplicação de silicato de potássio não favoreceu o incremento em altura do tomateiro, cultivar Santa Clara. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Soares et al. (2022), onde estudando o efeito de diferentes formas de aplicação de Si utilizando o produto comercial AgriSil<sup>®</sup> (98% de SiO<sub>2</sub> e 6,5% de Si solúvel) em tomate tipo cereja, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos [Aplicação de Si somente no substrato, aplicação de Si foliar, aplicação de Si no substrato + foliar e testemunha (Sem Si)], mostrando que as plantas cresceram no mesmo tamanho. Oliveira et al. (2020) também não encontraram diferenças significativas para o crescimento em altura do tomateiro, variedade Carolina, utilizando o produto comercial MB4 como fonte de Si, aplicados via foliar ou no solo comparando-os com as plantas testemunhas (Sem aplicação de Si).

Para o diâmetro do coleto foi verificado incremento significativo em 24,1% aos 107 DAT no tratamento Si+ em relação a Si-, indicando que a aplicação de silicato de potássio contribuiu para o crescimento neste período (Figura 1b). Nos demais períodos de avaliação não foram verificadas diferenças significativas nas médias do diâmetro do coleto do tomateiro pela aplicação de Si. Alguns fatores podem ser levados em consideração para que a aplicação de Si contribuisse para o crescimento, tais como, as características genéticas intrínsecas da cultivar, as condições ambientais e do solo. Torna-se importante enfatizar que em seus estudos, Soares et al. (2022) e Oliveira et al. (2020), não encontraram diferenças significativas no diâmetro do coleto em plantas de tomateiro, com a aplicação de Si via foliar ou no solo, diferenciando dos resultados evidenciados no presente estudo. O diâmetro caulinar em tomateiro é uma característica importante em estudos morfológicos, refletindo de modo prático o crescimento e a diferenciação celular ocorrida na planta, beneficiando todo o processo das relações solo-planta, uma vez que irá influenciar a capacidade de sustentar toda a parte aérea vegetal (Yoshida, 1975).

O índice de clorofila *a*, *b* e *total* encontrados nas folhas do tomateiro, Santa Clara, são apresentados na Figura 02 (2a, 2b e 2c, respectivamente). Observa-se que não houve diferenças significativas para nenhum dos índices de clorofilas apresentados, indicando que a aplicação de silicato de potássio.

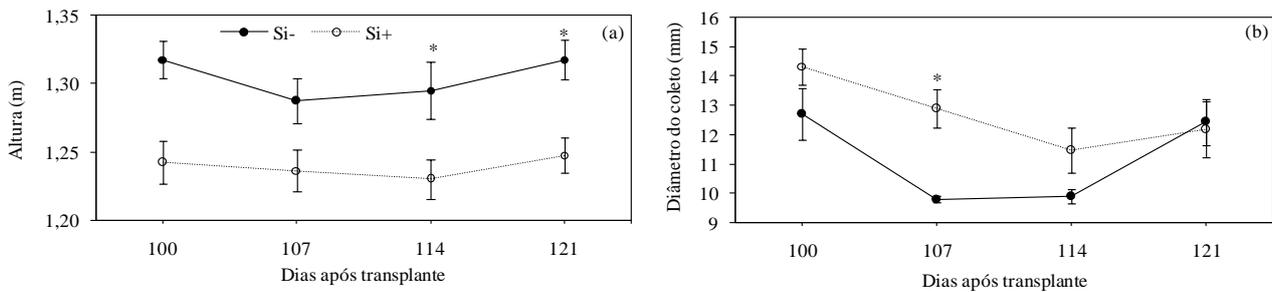


Figura 01 – Valores médios da altura (a) e diâmetro do coleto (b) do tomateiro, obtidos nas quatro avaliações realizadas em ambiente protegido.

Médias dos tratamentos aos 100, 107, 114 e 121 DAT seguidas de asteriscos (\*) são significativamente diferentes pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ) e na ausência de asteriscos ( ) não significativo pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ). Barras em cada ponto representam o erro padrão da média.

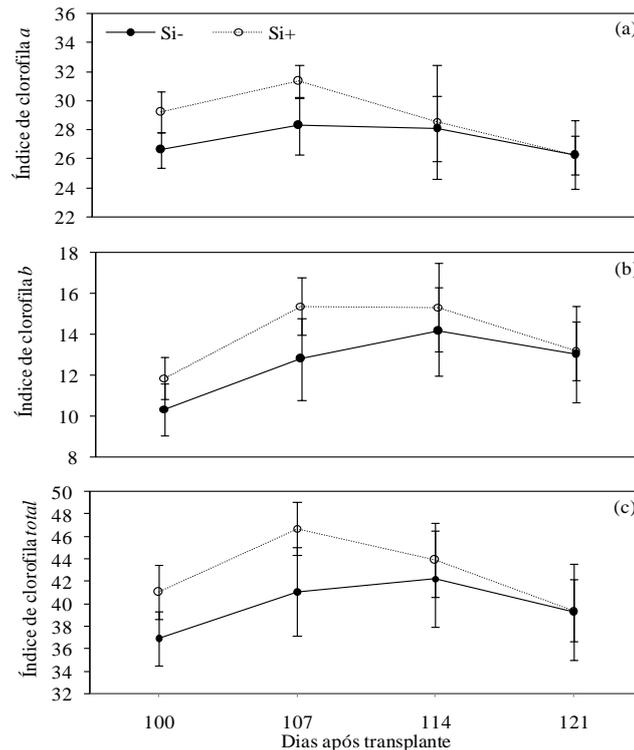


Figura 02 – Valores médios do índice de clorofila *a* (a), *b* (b) e *total* (c) e total (d) em folhas de tomateiro, obtidos nas quatro avaliações realizadas em ambiente protegido.

Médias dos tratamentos aos 100, 107, 114 e 121 DAT seguidas de asteriscos (\*) são significativamente diferentes pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ) e na ausência de asteriscos ( ) não significativo pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ). Barras em cada ponto representam o erro padrão da média.

(Si+) não contribuiu para incrementos nos teores das clorofilas *a*, *b* e *total* ao longo do ciclo do tomateiro. Estes resultados são semelhantes aos apresentados por Soares et al (2022), onde não verificaram diferenças significativas entre os tratamentos com aplicação de Si e a testemunha para o índice de cor verde e do teor de clorofila *a* e *b* nas folhas de tomate. Contrariamente, Rodrigues et al. (2016), observaram aumento nos teores de clorofila *a*, *b* e *total* em tomateiro pela aplicação de Si, inclusive relataram ainda, que este efeito fisiológico, provavelmente, contribuiu para incrementos na produtividade e número total de frutos.

O fato de não haver encontrado diferenças significativas entre as médias para nenhum dos índices de clorofilas avaliados no presente estudo, indica que a aplicação de Si, utilizando como fonte o

silicato de potássio, não contribuiu para incrementos nos pigmentos fotossintéticos do sistema antena de captação luminosa presente nos cloroplastos das células vegetais do tomateiro. Dessa forma, podemos deduzir que o crescimento e o rendimento produtivo do tomateiro não podem estar ligados ao incremento no aparato fotossintético promovido pelas clorofilas.

A Figura 03 apresenta os valores médios da matéria fresca da raiz, da haste e ramos, das folhas e total (Figuras 3a, 3b, 3c e 3d, respectivamente) no final do experimento. Verifica-se que houve diferenças significativas entre as médias para as quatro características avaliadas, havendo incremento significativo na matéria fresca da raiz, da haste e ramos, das folhas e total nas plantas onde foi aplicado o silicato de potássio (Si+) em 30,3; 17,3; 17,9 e 20,3%, respectivamente, em relação às plantas

controle (Si-), indicando que o fornecimento de Si contribuiu para o aumento da matéria fresca do tomateiro. Entre os benefícios físicos que o Si tem trazido às plantas, está o relacionado com a criação de uma barreira contra a perda de água (Korndorfer et al., 2002), em função da deposição do elemento na parede celular, o que favorece a retenção de água na planta (Tatagiba et al., 2024).

O Si acumulado nas células epidérmicas e nas paredes dos estômatos encontra-se na forma de  $H_4SiO_4$  (ácido monossilícico). Quando a planta começa a perder água a forma monomérica se transforma em polimérica, isto é, o Si começa a formar cadeias mais pesadas de ácido polissilícico. O Si ao se polimerizar, diminui a flexibilidade das paredes dos estômatos e a tendência é de permanecerem mais fechados. Com os estômatos mais fechados, a transpiração diminui e também a perda de água (Barbosa Filho et al., 2001).

Assim, o papel do Si sobre as características da matéria fresca avaliadas no tomateiro, deve-se ao fato deste elemento participar na estruturação celular e sua presença na parede celular eleva o conteúdo de hemicelulose e lignina, aumentando a rigidez da célula, regulando a transpiração e fazendo com que a planta perca menos água (Barbosa Filho et al., 2001), como foi confirmado pelos resultados encontrados para na matéria fresca da raiz, da haste e ramos, e folhas.

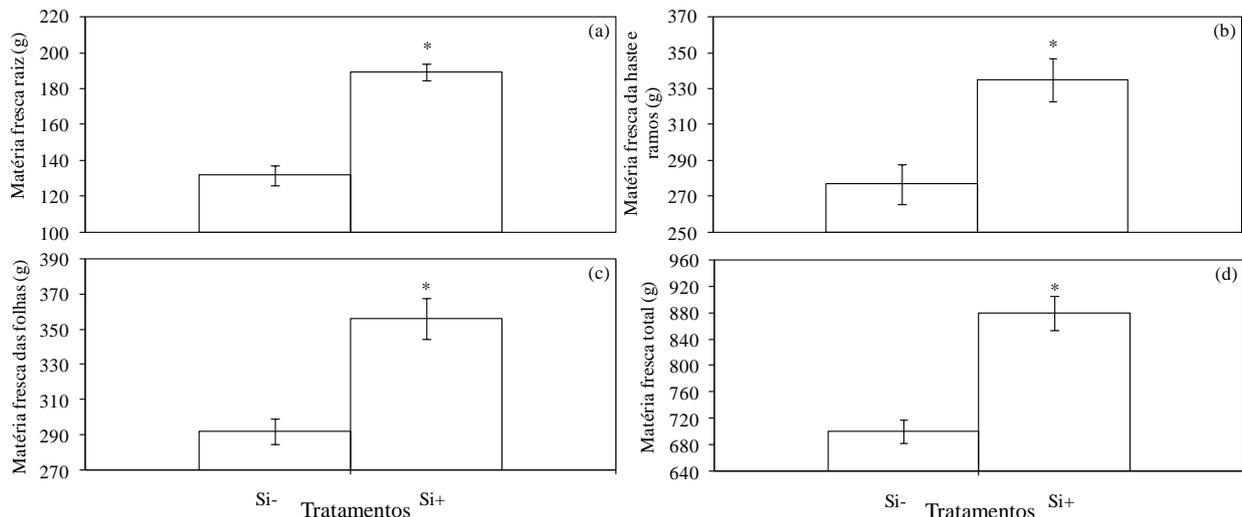
Na Figura 04 são apresentados os valores médios do rendimento produtivo de tomateiro, através das características do número de frutos verdes e maduros, do número de cachos e de frutos por cacho, do diâmetro longitudinal e vertical dos frutos e do peso dos frutos maduros colhidos (Figuras 4a, 4b, 4c, 4d, 4e e 4f, respectivamente).

Observa-se para o número de frutos verdes e maduros que não houve diferença significativa entre as médias para nenhum dos períodos de avaliação realizado, evidenciando que a aplicação de silicato de potássio (Si+) não contribuiu para o incremento no número de frutos por planta (Figura 4a). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Oliveira et al. (2020) que também não verificaram diferenças significativas para o número total de frutos de mini tomates, pela aplicação de Si via foliar e no solo. Rodrigues et al. (2018) também não verificaram diferença significativa entre as médias para o número de frutos entre as doses de Si aplicadas em tomateiro submetido ao estresse salino.

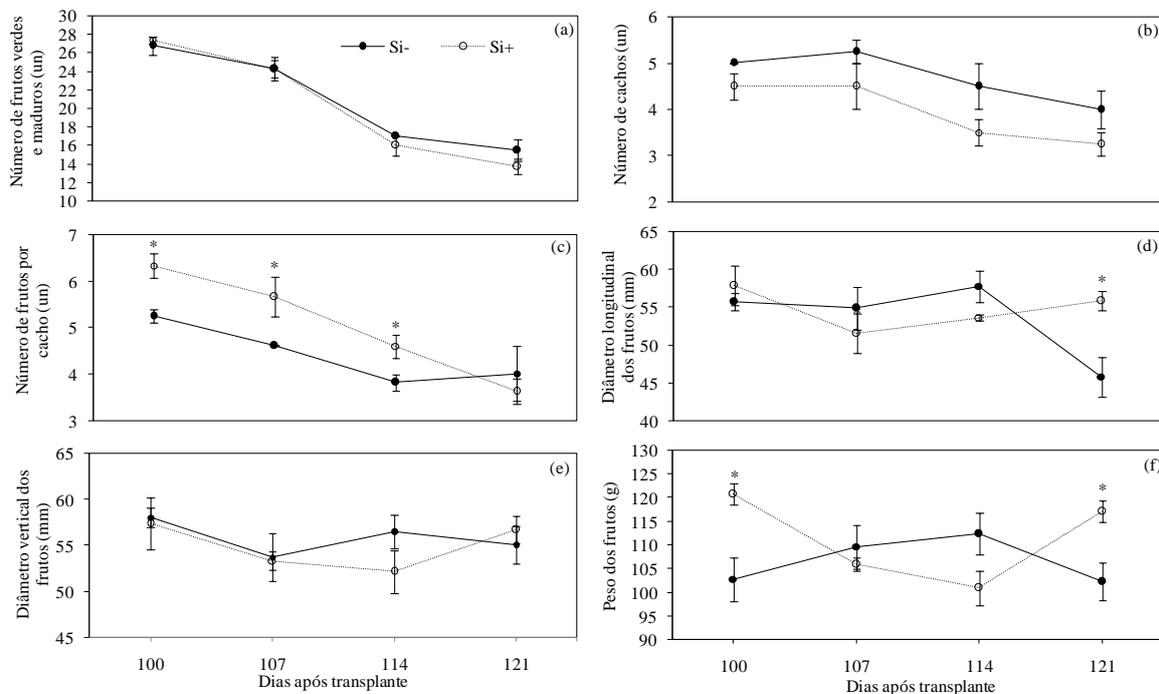
O número de cachos seguiu a mesma tendência estatística do número de frutos verdes e maduros, não havendo diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Figura 4b). Entretanto, para o número de frutos por cacho, houve diferença significativa entre as médias, aos 100, 107 e 114 DAT, evidenciando que o Si contribuiu para o número de frutos por cacho (Figura 4c). De forma semelhante, Nunes et al. (2019), observaram que houve interação significativa entre as dosagens de silicato de potássio e o número de cachos nas plantas de tomate para as avaliações realizadas, o que inclusive, beneficiou o número dos frutos encontrados nas concentrações de 25 e 50 mL/L. Contrariamente, Soares et al. (2022) observaram que as diferentes formas de aplicação de Si não afetou significativamente o número de inflorescências em tomateiro. Silva et al. (2013) relataram ainda, que o número de flores em tomate é fortemente influenciado pela disponibilidade de água, em que, plantas submetidas a reposição hídrica equivalente a 150% da ETo (Evapotranspiração) obtiveram o maior número de flores (120,9), enquanto as que receberam a reposição correspondente a 50% da ETo, registraram apenas 17 flores.

Os valores médios para o diâmetro longitudinal e vertical dos frutos estão apresentados nas Figuras 4d e 4e, respectivamente. Nota-se que as médias do diâmetro longitudinal se diferenciaram significativamente apenas aos 121 DAT, registrando aumento de 17,9 % no tratamento Si+ em relação a Si-. Nos demais períodos de avaliação não foram verificados efeitos significativos entre as médias para esta característica. Observa-se também para o diâmetro vertical dos frutos que não houve diferença significativa entre as médias em nenhum dos períodos avaliados. Dessa forma, podemos concluir, de forma geral, que os frutos de tomateiro cresceram no mesmo patamar, ou seja, a aplicação de silicato de potássio (Si+) não contribuiu para aumento no tamanho dos frutos de tomate.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2018) estudando o diâmetro vertical e lateral dos frutos de tomate com aplicação crescentes de doses de Si foliar submetidos a concentração salina, verificando que o uso de Si não afetou o tamanho dos frutos. Viana (2015), por sua vez, verificou que plantas de tomateiro submetidas a 12 dias de turno de rega com a máxima dose de



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
Figura 03 – Valores médios da matéria fresca da raiz (a), da haste e ramos (b), das folhas (c) e total (d) do tomateiro, obtidos nas quatro avaliações realizadas em ambiente protegido. Médias dos tratamentos, Si- (Ausência de silício, 0,0 ml/L de silicato de potássio) e Si+ (Presença de silício, 2 ml/L de silicato de potássio), no final do experimento, seguidas de asteriscos (\*) são significativamente diferentes pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ) e na ausência de asteriscos ( ) não significativo pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ). Barras em cada ponto representam o erro padrão da média.



8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
Figura 04 – Valores médios do número de frutos verdes e maduros (a), do número de cachos (b), do número de frutos por cacho (c), do diâmetro longitudinal dos frutos (d), do diâmetro vertical dos frutos (e) e do peso dos frutos (f) em tomateiro, obtidos nas quatro avaliações realizadas em ambiente protegido. Médias dos tratamentos aos 100, 107, 114 e 121 DAT seguidas de asteriscos (\*) são significativamente diferentes pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ) e na ausência de asteriscos ( ) não significativo pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ). Barras em cada ponto representam o erro padrão da média.

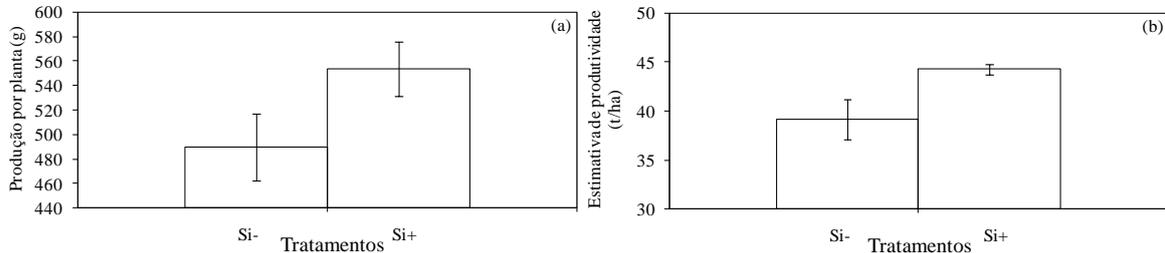
15 silício (0,4 g/L) originaram frutos de maior  
16 comprimento (51,78 mm) em comparação com  
17 doses de 0 (36,19 mm) e 0,2 g/L (24,60 mm).  
18

19 Para o peso médio dos frutos (Figura 4f), verifica-se  
20 se que houve diferenças significativas entre as médias  
21 dos tratamentos, registrando aumento significativo da  
22 relação a Si- em avaliações realizadas aos 100 e 121  
23 DAT, respectivamente. Estes resultados indicam que  
24 a aplicação de silicato de potássio beneficiou o peso  
25 médio dos frutos do tomateiro cultivar Santa Clara

26 De forma contrária aos resultados encontrados,  
27 Soares et al. (2022) não encontraram diferenças  
28 significativas no peso médio dos frutos de tomate  
29 entre as formas de Si aplicados e o tratamento  
30 testemunha (Ausência de Si).

31 Apesar do aumento significativo registrado no  
32 peso médio dos frutos aos 100 e 121 DAT para as  
33 plantas tratadas com Si (Si+), este fato não foi  
34 suficiente para elevar a produção e a produtividade do  
35 tomateiro. Observa-se nas Figuras 5a e 5b, que não  
36 houve diferenças significativas entre as médias para a

37 produção por planta e para a estimativa da  
 38 produtividade entre os tratamentos com (Si+) e sem  
 39 Si (Si-), confirmando que a aplicação de silicato de  
 40 potássio não beneficiou o rendimento produtivo do  
 41 tomateiro. Lana et al. (2003), também, não  
 42 encontraram diferenças na produtividade dos  
 43 tomateiros que receberam doses de silicato de cálcio  
 44 via solo. Hemric (2009), testando diferentes doses de  
 45 Si via foliar associado a diferentes extratos para a  
 46 produção de tomate, não obteve resultados  
 47 significativos, onde o uso de Si não influenciou na  
 48 produção total da massa de frutos.



50  
 51 Figura 05 – Valores médios da produção por planta (a) e da estimativa de produtividade (b) do tomateiro, obtidos nas quatro avaliações  
 52 realizadas em ambiente protegido.

53 Médias dos tratamentos aos Si- (Ausência de silício, 0,0 ml/L de silicato de potássio) e Si+ (Presença de silício, 2 ml/L de silicato de  
 54 potássio), no final do experimento, seguidas de asteriscos (\*) são significativamente diferentes pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ) e na ausência de  
 55 asteriscos ( ) não significativo pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ). Barras em cada ponto representam o erro padrão da média.

## 56 CONCLUSÃO

A aplicação de Si foliar (Si+), na forma silicato de potássio, não favoreceu o crescimento em altura e diâmetro do coleto, assim como, não beneficiou o incremento dos índices de pigmentos fotossintéticos do sistema antena de captação luminosa presente nos cloroplastos das folhas do tomateiro.

A aplicação de Si favoreceu o incremento significativo da matéria fresca da raiz, haste e ramos, das folhas e total, principalmente devido à maior retenção de água nos tecidos.

A aplicação de Si não interferiu no número de frutos verdes e maduros e de cachos, no tamanho dos frutos, não contribuindo para a produção e produtividade do tomateiro.

## 57 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), concedendo bolsas de iniciação científica através dos Editais n. 113 e 114/ 2023.

## REFERÊNCIAS

ANJOS, T. V., TEBALDI, N. D., MOTA, L. C. B. M., COELHO, L. Fontes de silício no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro. **Summa Phytopathology**, v. 40, n. 4, p. 365-367, 2014.

ANWAAR, S.A., ALI, S., ALI, S., ISHAQUE, W., FARID, M., FAROOQ, M.A., NAJEEB, U., ABBAS, F., SHARIF, M. Silicon (Si) alleviates cotton (*Gossypium hirsutum* L.) from zinc (Zn) toxicity stress by limiting Zn uptake and oxidative damage. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 3441-3450, 2015.

BARBOSA FILHO, M. P., SNYNDER, G. H., FAGERIA, N. K., DATNOFF, L. E. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 25, p. 325-330, 2001.

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.

CURRENCY, T. M. Tomato breeding I. Species, origin and botanical characters. **Handbuch der pflanzen zutun, Austin**, v. 2, p. 351-369, 1963.

DEBONA, D., RODRIGUES, F. A., DATNOFF, L. E. Silicon's role in abiotic and biotic plant stresses. **Annual Review of Phytopathology**, v.55, p. 85-107, 2017.

FAO - Food and Agricultural Organization - Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de tomate, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>. Acesso em: 23 set. 2023.

FAROOQ, M. A., ALI, S., HAMEED, A., ISHAQUE, W., MAHMOOD, K., IQBAL, Z. Alleviation of cadmium toxicity by silicon is related to elevated photosynthesis, antioxidant enzymes; suppressed cadmium uptake and oxidative stress in cotton. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 96, p.242-249, 2013.

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**, v. 4, n. 1, p. 5-8, 1980.

HEMRICH, E. B. **Produtividade do tomateiro em substratos orgânicos sob aplicação foliar de silicato de**

- potássio em ambiente protegido.** (Dissertação de mestrado). Lavras: UFLA, 2009.
- KIM, Y. H., KHAN, A. L., WAQAS, M., LEE, I. J. Silicon regulates antioxidant activities of crop plants under abiotic-induced oxidative stress: a review. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-7, 2017.
- HUSSAIN, I., ASHRAF, M. A., RASHEED, R., ASGHAR, A., SAJID, M. A., IQBAL, M. Exogenous application of silicon at the boot stage decreases accumulation of cadmium in wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, p. 223-234. 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola (2018). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 23 set. 2023.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producaoagropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 23 set. 2023.
- IMTIAZ, M., RIZWAN, M. S., MUSHTAQ, M. A., ASHRAF, M., SHAHZAD, S. M., YOUSAF, B., SAEED, D. A., RIZWAN, M., NAWAZ, A., MEHMOOD, S., TU, S. Silicon occurrence, uptake, transport and mechanisms of heavy metals, minerals, and salinity enhanced tolerance in plants with future prospects: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 183, p. 521-529, 2016.
- ISLAM, M. Z., MELE, M. A., KANG H. M. Gaseous, physicochemical and microbial performances of silicon foliar spraying techniques on cherry tomatoes. **Journal of Agricultural Science**, v. 40, p. 185-192, 2018
- KORNDORFER G. H., PEREIRA H. S., CAMARGO M. S. Silicato de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia: UFU/ICIAG, 3p (GPSi-ICIG-UFU). **Boletim Técnico**, nº 01, 2002.
- KAUR, C., WALIA, S., NAGAL, S., WALIA, S., SING, J., SINGH, B. B., SAHA, S., SINGH, B., KALIA, P., JAGGI, S., SARIKA. Functional quality and antioxidant composition of selected tomato (*Solanum lycopersicon* L) cultivars grown in Northern India LWT. **Food Science and Technology**, v. 50, p. 139-145, 2013.
- LANA, Q. R. M., KORNDORFER, G. H., ZANAO JUNIOR, L. A., DA SILVA, A. F. QUINTAO LANA, A. M. Efeito do silicado de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Bioscience Journal**, v. 19, n. 2, p. 15-20, 2003.
- LIANG, Y., NIKOLIC, M., BÉLANGER, R., GONG, H., SONG, A. Silicon in Agriculture: From Theory to Practice. **Springer**, p. 197-207. 2015.
- MARODIN, J. C., RESENDE, J. T. V., MORALES, R. G. F., SILVA, M. L. S., GALVÃO, A. G., ZANIN, D. S. Yield of tomato fruits in relation to silicon sources and rates. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 220-224, 2014.
- 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.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MEENA, V., DOTANIYA, M., COUMAR, V., RAJENDIRAN, S., KUNDU, S., RAO, A. S. A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 84, p. 505-518, 2014.
- MELO, N. C., SOUZA, L. C., SILVA, V. F., GOMES, R. F., NETO, C. F. O., COSTA, L. P. C. Cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) hidropônico sob diferentes níveis de fósforo e potássio em solução nutritiva. **Agroecossistemas**, v. 6, p. 10-16, 2014.
- MENEZES, K. R. P., SANTOS, G. C. D. S., OLIVEIRA, O. M. D., SANCHES, A. G., CORDEIRO, C. A. M., OLIVEIRA, A. R. G. D. Influência do revestimento comestível na preservação da qualidade pós-colheita de tomate de mesa. **Colloquium Agrariae**, v. 13, p. 14-28, 2018.
- MIRANDA, G. B., JUNIOR, R. V., MORAES, W. B., WA MORAES, W. B., CARDOSO, C. R., JESUS JUNIOR, W. C., SILVA, M. V. Manejo integrado da pinta preta do tomateiro com o uso de silício e fungicidas. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. Anais Universidade do Vale do Paraíba. Paraíba: UNIVAP, 2008. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/). Acesso em: 23 set. 2023.
- NUNES, A. M. C., NUNES, L. R. L., RODRIGUES, A. J. O., UCHOÁ, K. S. A. Silício na tolerância ao estresse hídrico em tomateiro. **Revista Técnico-Científica**, n. 2, v. 21, p. 239-258, 2019.
- OLIVEIRA, T. A., SILVA, R. P., SILVA, B. L., SANTOS, F. F., CAVALCANTE, L. S., SILVA, M. C., ALBUQUERQUE, J. M. S., NETO, A. L. S. Caracterização química, fisiológica e pós-colheita de plantas de tomateiro adubadas com silício via solo e foliar. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 95097-95105, 2020.
- RIZWAN, M., ALI, S., IBRAHIM, M., FARID, M., ADREES, M., BHARWANA, S. A., ZIA-UR REHMAN, M., QAYYUM, M. F., ABBAS, F. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of drought and salt stress in plants: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 15416-15431, 2015.
- RODRIGUES, A. J. O., NUNES, L. R. L., NUNES, A. M. C., UCHOÁ, K. S. A. Efeito da adubação silicatada no

- cultivo de tomateiro sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, n. 14, v. 2, p. 141-148, 2018.
- RODRIGUES, C. R., RODRIGUES, T. M., LUZ, J. M. Q., SOUSA, V. B. F. DE; SOUSA, J. B., NUNES, A. C. P.; TRINDADE, P. R. Clorofila a e b de tomateiro tratado com silicato de potássio e fungicida. **Global Science and Technology**, v. 09, n. 2, p. 54 - 64, 2016.
- RUBIN, C. A. SCHNEIDER, L., CAMPOS, M. S., OLIVEIRA, R. C. **Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense**. Compêndio de Estudos, Conab, 2019.
- SILVA, J. M., FERREIRA, R. S., MELO, A. S., SUASSUNA, J. F., DUTRA, A. F., GOMES, J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.
- SOARES, A. A. V. L., FURLANETO, F. P. B., GIROTTO, K. T., BERTANI, R. M. A., DEUS, A. C.F., NASSER, M. D. Modo de aplicação de silício e aspectos microscópicos em tomate tipo cereja. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2022.
- TATAGIBA, S. D., RIGO, H., SARMENTO, E. C., RINALDI, B. J. D. Doses de silício no rendimento produtivo da alface crespa. **Agropecuária Científica no semi-árido**, v. 20, p. 131-138, 2024.
- TATAGIBA, S. D., RODRIGUES, F. A., FILIPPI, M. C. C., SILVA, G. B., SILVA, L. C. Physiological Responses of Rice Plants Supplied with Silicon to *Monographella albescens* Infection. **Journal of Phytopathology**, v. 162, p. 596-606, 2014.
- TRIPATHI, D. K., SINGH, V. P., PRASAD, S. M., CHAUHAN, D. K., DUBEY, N. K., RAI, A. K. Silicon-mediated alleviation of Cr (VI) toxicity in wheat seedlings as evidenced by chlorophyll fluorescence, laser induced breakdown spectroscopy and anatomical changes. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 113, p.133-144, 2015.
- VIANA, D. M. P. **Efeito do silício e irrigação na produtividade do tomate de mesa no sudeste goiano**. 66p, 2015. Tese (Mestrado em Agronomia)- F Universidade Federal de Goiás. Goiânia: UFG.
- WANG, M., GAO, L., DONG, S., SUN, Y., SHEN, Q., GUO, S. Role of Silicon on Plant-Pathogen Interactions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-14, 2017.
- YOSHIDA, S. **The physiology of silicon in rice**. Taipei: Food and Fertilization Technology Center, (FFTC. Technical Bulletin, 25), 1975.