



## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Vol.19 (4), Jul/Aug 2026, p. 1-11

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/19420262239>

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

### Aplicação de silício via foliar e no solo sobre o crescimento e produção do milho verde

### Foliar and soil application of silicon to promote the growth and production of green corn

Sandro Dan Tatagiba +, Isadora Berton Perosa, Laura Rigo, Gustavo Zago, Isabel Perazzoli

Instituto Federal Catarinense

**Resumo.** O objetivo deste trabalho foi investigar o uso de silicato de potássio fornecido via foliar e/ou no solo sobre as características morfológicas de crescimento e produção do milho verde, em ambiente protegido. Para isso, plantas de milho híbrido, *Zea mays* L., variedade “Saboroso” (GranSafra) cresceram em vasos plásticos contendo 8 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 124 dias após a emergência (DAE) das plântulas nos 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. O experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, composto por quatro tratamentos (Formas de aplicação de silicato de potássio): S+F+ (Silicato de potássio fornecido no solo e na folha), S+F- (Silicato de potássio fornecido no solo), S-F+ (Silicato de potássio fornecido na folha) e S-F- (Tratamento controle, sem fornecimento de silicato de potássio). 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 e produção foram realizadas no final do período experimental, aos 124 DAE das plântulas. Foram avaliados por planta em cada tratamento as seguintes variáveis: a altura, o diâmetro do coleto, o comprimento e a largura foliar, o número de folhas e nós, a matéria fresca das folhas, do colmo, da raiz e total (folha, colmo e raiz). Também foi avaliada a massa fresca da espiga, a massa fresca de 100 grãos e o comprimento da espiga. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que a aplicação de silicato de potássio via solo (S+F-), mostrou-se promissor para o crescimento e produção do milho verde, registrando valores significativamente superiores em altura e no número de folhas das plantas. Além disso, o fornecimento de silicato de potássio no solo (S+F-) favoreceu o incremento significativo na massa fresca foliar, no colmo e na raiz, sendo fundamental para o crescimento significativo na massa fresca total. Também foi verificado incremento significativo no rendimento produtivo, evidenciado pelo comprimento e massa fresca das espigas em estado leitoso.

**Palavras-chaves:** crescimento, rendimento produtivo, silício, *Zea mays* L.

**Abstract.** The objective of this study was to investigate the use of potassium silicate supplied via foliar and/or soil application on the morphological characteristics of growth and production of green corn in a protected environment. To this end, hybrid corn plants, *Zea mays* L., variety “Saboroso” (GranSafra), were grown in plastic pots containing 8 dm<sup>3</sup> of substrate inside the greenhouse of the Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. The plants grew with the substrate maintained close to field capacity until the end of the experiment, which lasted 124 days after emergence (DAE) of the seedlings in the pots. Irrigation control was performed using the gravimetric method (daily weighing of the pots), adding water until the mass of the pot reached the predetermined value, considering the mass of the soil and water. The experiment was set up in a completely randomized design (CRD) with four replications, consisting of four treatments (methods of potassium silicate application): S+F+ (potassium silicate applied to the soil and leaf), S+F- (potassium silicate applied to the soil), S-F+ (potassium silicate applied to the leaf), and S-F- (control treatment, without potassium silicate application). Each experimental unit consisted of a plastic pot containing one plant. The data were subjected to analysis of variance, and the treatments were compared using Tukey's test (5% probability) using the R®

software, version 4.3.2. Growth and production evaluations were performed at the end of the experimental period, at 124 DAE (days after emergence) of the seedlings. The following variables were evaluated per plant in each treatment: height, stem diameter, leaf length and width, number of leaves and nodes, fresh matter of leaves, stem, root, and total (leaf, stem, and root). The fresh weight of the ear, the fresh weight of 100 grains, and the ear length were also evaluated. According to the results obtained, the application of potassium silicate via soil (S+F-) proved promising for the growth and production of green corn, registering significantly higher values in height and number of leaves per plant. Furthermore, the supply of potassium silicate to the soil (Si+F-) favored a significant increase in leaf, stalk, and root fresh weight, being fundamental for the significant growth in total fresh weight. A significant increase in yield was also observed, evidenced by the length and fresh weight of the ears in the milky stage.

**Keywords:** growth, productive yield, silicon, *Zea mays* L.

## Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família Poaceae, originária da região compreendida entre o sul do México e norte da Guatemala, sendo uma das principais culturas, cultivada e consumida mundialmente (Duarte et al., 2016). As espigas de milho dentado colhidas no estágio verde são usualmente comercializadas em todo o Brasil e colhidas com os grãos no estágio leitoso, entre 20 e 25 dias após a polinização, quando os estigmas das espigas estão de cor marrom, podendo ser consumida *in natura* ou utilizada para processamento como mingau, pamonha, sorvetes, bolos (Favarato et al., 2016). Podem ainda, ser usadas em conserva ou enlatado, atendendo a demanda e interesses industriais (Luz et al., 2015), sendo um alimento rico em carboidratos e considerado uma fonte energética, de óleo e fibras, fornecendo pequenas quantidades de vitaminas E, B1, B2 e ácido pantotênico, além de alguns minerais, como o fósforo e o potássio (Matos et al., 2000).

A produção mundial de milho para o biênio 2021/2022 ultrapassou 1,2 bilhões de toneladas (USDA - United States Department of Agriculture, 2022; Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2023). No Brasil, em função do seu potencial produtivo, o milho assume a segunda posição entre os grãos mais produzidos, sendo o terceiro maior produtor e segundo maior exportador mundial. Segundo o levantamento da CONAB, na safra 2023/2024, foram produzidas mais de 115,697 milhões de toneladas do cereal, com destaque para os estados de Mato Grosso com 48,795 milhões de toneladas, seguido do estado do Paraná, cuja produção foi de 14,995 milhões de toneladas.

O estado de Santa Catarina é emergente na produção de milho ocupando o décimo lugar no ranking nacional, com 2,37 milhões de toneladas (com aproximadamente 2% do total nacional) colhidas na safra 2023/24 (CONAB, 2023/2024). A produtividade do milho em Santa Catarina foi de 7.852 kg/ha (33% acima da média nacional) com rendimento financeiro de R\$ 9.335,35 reais para cada um dos 329.406 hectares dedicados à lavoura no Estado, sendo o município de Campos Novos o maior produtor de milho em grãos do estado, contribuindo de forma definitiva para o crescimento da produção do setor, entre 2019 e 2023. Entretanto, o município de Santo Amaro da Imperatriz, localizado próximo a capital do estado, Florianópolis, se destaca como o maior produtor de

milho verde para consumo, produzindo cerca de 25 milhões de espigas por ano, em uma área de 700 hectares (Agro, Saúde e Cooperação, 2023).

Apesar da boa produtividade alcançada na safra 2023/2024 no país, alguns fatores tem limitado a produtividade do milho, destacando-se a temperatura elevada, a baixa umidade do ar, pouca ventilação das áreas cultivadas, além da fertilidade do solo e o ataque de patógenos. Desta forma, há uma constante busca de alternativas que aumente a competitividade na condução da lavoura, reduzindo os custos de produção e elevando a produtividade e qualidade (Neves et al., 2015). Dentre as alternativas está à adubação silicatada.

A utilização de silício (Si) na agricultura ainda é recente, sendo um elemento benéfico para as plantas e tem ganhado destaque em sua utilização como fertilizante. Apesar de não ser considerado um elemento essencial para a maioria das plantas, é conhecido por ser um mitigador do estresse biótico e abiótico e trazer ganhos de produtividade sob condições ótimas e estressantes a diversas culturas (Frew et al., 2018).

Os efeitos benéficos do Si as plantas podem ser classificados em físicos e fisiológicos (Cantuário et al., 2014). Entre os benefícios físicos, destaca-se o acúmulo do elemento na parede celular, formando uma barreira que reduz a perda de água pelas plantas e melhora sua arquitetura (Korndorfer; Pereira; Camargo, 2002). O Si também favorece a posição mais ereta das folhas, aumentando a interceptação da luz solar e, conseqüentemente, a eficiência fotossintética. (Liang et al., 2015; Etesami; Jeong, 2018).

Sob o ponto de vista fisiológico, o Si contribui para o aumento da atividade fotossintética, fortalecimento dos mecanismos de defesa vegetal e maior resistência ao ataque de pragas e patógenos. Além disso, estimula a produção de compostos relacionados ao metabolismo secundário, como lignina e fitoalexinas (Pozza et al., 2004), e potencializa a ação de enzimas associadas à defesa das plantas (Liang; Sun; Si, 2005). O elemento também auxilia na mitigação do estresse oxidativo causado por temperaturas elevadas, reduzindo danos celulares e favorecendo o equilíbrio fisiológico (Crusciol et al., 2009; Gunes et al., 2007).

As espécies vegetais apresentam diferentes capacidades de absorção e acúmulo de silício (Ma; Yamaji, 2006). Em geral, as plantas monocotiledôneas são consideradas acumuladores de Si, devido ao processo ativo de absorção pelas

raízes, possuindo teor foliar acima de  $10,0 \text{ g Kg}^{-1}$  de Si. A maioria das dicotiledôneas tem absorção radicular de Si na forma passiva e são excludoras de Si. Nestas, o teor de Si não ultrapassa  $5,0 \text{ g Kg}^{-1}$ , por isso são consideradas não acumuladoras de Si (Oliveira, 2009).

A forma de sílica amorfa, na qual o Si é depositado nas plantas levou a muitos estudiosos caracterizarem o Si como um elemento pouco móvel ou imóvel nas plantas (Oliveira, 2009). A sílica se combina com compostos orgânicos celulares, como a celulose e hemicelulose, fazendo que o Si seja dificilmente mobilizado, fazendo que provavelmente o Si não possa ser redistribuído das partes velhas para as novas das plantas (Oliveira, 2009). Entretanto, não foi caracterizada a mobilidade do Si de forma conclusiva, podendo ainda ser demonstrada a redistribuição de Si nas plantas, o que faz com que a eficiência da absorção de Si ainda seja controversa.

Dessa maneira, testar a forma de aplicação do elemento para as plantas via solo ou foliar, pode ser uma estratégia benéfica de uso sustentável e eficiente do elemento sobre o crescimento e produção da cultura do milho. Contudo são poucos os estudos comparando a eficiência das diferentes formas de fornecimento de Si em culturas agrícolas. Alguns estudos apontam que a absorção de Si é quase exclusivamente realizada pelo sistema radicular (Guével; Menzies; Bélanger, 2007), enquanto outros relatam que a aplicação via foliar apresenta maior eficácia (Othaman et al., 2020).

Diante do exposto e levando em consideração a importância de encontrar maneiras de mitigar os efeitos causados pelas formas de fornecimento de Si na cultura do milho, este estudo foi realizado. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar o uso de silicato de potássio fornecido via foliar e/ou no solo sobre as características morfológicas de crescimento e produção do milho verde.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O presente estudo foi realizado no período de 02 de dezembro de 2025 a 05 de abril de 2026, com duração de 124 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  $20^\circ\text{C}$ , exceto no verão. No inverno a média é inferior a  $14^\circ\text{C}$ , com mínimas inferiores a  $8^\circ\text{C}$ .

### Material experimental

O semeio do milho híbrido, *Zea mays* L., variedade "Saboroso" (GranSafra) foi realizada em vasos plásticos com capacidade de  $8 \text{ dm}^3$ . O substrato para preenchimento 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 substrato comercial Tropstrato® (Vida Verde, Mogi Mirim, SP) na proporção 3:1, respectivamente. Utilizaram-se três sementes no semeio, mantendo-se uma planta por vaso após o desbaste. 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 ( $\text{SB} = 14,69 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ) e de saturação de bases ( $V = 66,7\%$ ) e razoável disponibilidade de fósforo ( $P = 17,14 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Antes do plantio foi necessário realizar a correção da acidez do solo, elevando a saturação por bases a 70%, fornecendo  $2,50 \text{ g/vaso}$  de calcário dolomítico (Filler®). 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). O fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) foi aplicado no plantio (Única dose) e o potássio aplicado na forma de cloreto de potássio (Três aplicações).

No plantio foram fornecidos  $0,200 \text{ g/vaso}$  de uréia;  $4,0 \text{ g/vaso}$  de fosfato e  $0,200 \text{ g/vaso}$  de cloreto de potássio. As adubações de cobertura foram realizadas de forma parcelada, em dois períodos. A primeira adubação de cobertura foi realizada quando a planta atingiu o estágio V4 a V6, com cerca de 40 a 60 cm de altura, aplicando-se  $0,350 \text{ g/vaso}$  de uréia e  $0,250 \text{ g/vaso}$  de cloreto de potássio. A segunda aplicação de cobertura foi realizada 30 dias após a primeira aplicação, fornecendo  $0,350 \text{ g/vaso}$  de uréia e  $0,250 \text{ g/vaso}$  de cloreto de potássio. Também foi realizada uma adubação de reforço, utilizando o fertilizante mineral misto "NPK + 9 nutrientes" (Forth Frutas®), fornecendo  $30 \text{ g/vaso}$  do formulado, aos 100 dias após a emergência (DAE) das plântulas.

### Fornecimento de Si

Foram realizadas cinco aplicações de silicato de potássio, fornecidos via foliar e no solo, utilizando-se a dose de  $6 \text{ mL/L}$ , aplicados aos 30, 45, 60, 75 e 100 DAE das plântulas. As quantidades de silicato de potássio utilizadas nas cinco aplicações, em cada uma das plantas foram às seguintes: 30, 50, 110, 135 e 170 mL, na primeira, segunda, terceira, quarta e quinta aplicações, respectivamente.

A aplicação foliar foi realizada através de um pulverizador manual de 3 L, utilizando um bico tipo leque. A aplicação no solo, por sua vez, foi realizada através da solução preparada em um

béquer. Plantas controles onde não foram aplicadas o silicato de potássio, foi utilizada água destilada.

O silicato de potássio utilizado na experimentação (Solo Fértil Adubação Foliar®), apresenta formulação do tipo EC (Concentrado emulsionável), sendo recomendado para a cultura do milho, 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).

#### *Manejo hídrico*

Para o estabelecimento de água no substrato, foi utilizado o nível de água, definido na 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).

#### *Análises de crescimento e produção*

A coleta para avaliação do crescimento e produção foi realizada no final do experimento, quando os grãos encontravam-se no estado leitoso (Pereira Filho et al., 2021). Foram avaliadas por planta em cada tratamento as seguintes variáveis: a altura, o diâmetro do coleto, o comprimento e a largura foliar, o número de folhas e nós, a matéria fresca das folhas, do colmo, da raiz e total (folha, colmo e raiz). Também foi avaliada a massa fresca da espiga, a massa fresca de 100 grãos e o comprimento da espiga.

A altura das plantas, o comprimento e a largura das folhas, e o comprimento médio das espigas foram medidos através de uma fita métrica. O diâmetro do colmo foi medido através de um paquímetro digital. O número de folhas e de nós, foram realizados através de contagem das estruturas presentes nas plantas. A massa fresca das espigas e de 100 grãos foram determinadas através de uma balança analítica (com três casas decimais, Modelo AD 500S, Marte®).

#### *Delineamento experimental*

O experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, composto por quatro tratamentos (Formas de aplicação de silicato de potássio): S+F+ (Silicato de potássio fornecido no solo e na folha), S+F- (Silicato de potássio fornecido no solo), S-F+ (Silicato de potássio fornecido na folha) e S-F- (Tratamento controle, sem fornecimento de silicato de potássio). 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 a altura, o diâmetro do caule, o

comprimento e largura foliar, além do número de folhas e de nós no final do experimento, aos 124 DAE, para o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se para a altura que houve diferença significativa entre as médias para as diferentes formas de aplicação do silicato de potássio (Figura 1A). Nas plantas onde o silicato de potássio foi fornecido no solo (S+F-) e no tratamento via solo e folha (S+F+), não foram encontradas diferenças significativas nas médias, registrando os valores de médios de 231,6 e 211,6 cm. Entretanto, o fornecimento de silicato de potássio no solo (S+F-) foi significativamente superior em 14,5 e 14,2% em relação aos tratamentos de fornecimento de silicato de potássio nas folhas (S-F+) e controle (S-F-, sem fornecimento de silicato de potássio), respectivamente (Figura 1A).

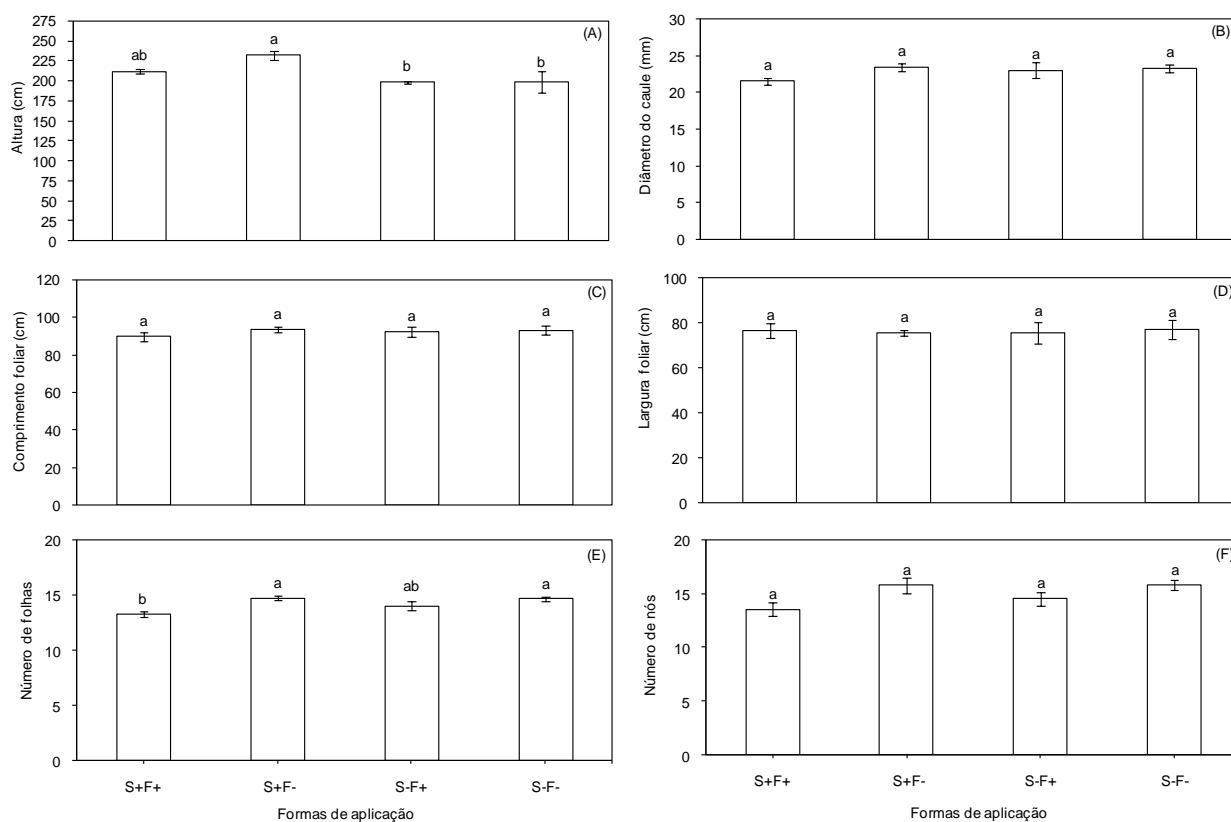
A altura das plantas é uma característica desejável no crescimento do milho, uma vez que pode permitir um maior desenvolvimento dos órgãos vegetativos da parte aérea das plantas, favorecendo a produtividade, uma vez, que plantas mais altas, pode produzir um maior número de folhas, obtendo uma maior área foliar, contribuindo assim, como uma fonte de assimilados para o enchimento dos grãos.

Murano e Simonetti (2016), estudando a aplicação foliar de Si no milho de segunda safra, verificaram que a altura das plantas não foi beneficiada pela aplicação de doses crescentes de silicato de potássio. Estes resultados estão de acordo com os obtidos no presente trabalho, onde a aplicação via foliar (S-F+) e controle (S-F-), não apresentaram diferenças significativas (Figura 1A). Já Miranda et al. (2018), estudando diferentes formas de aplicação de agrosilício no solo e via foliar em milho, verificaram maior desempenho em altura nas plantas que receberam Si via solo aplicado de forma parcelada, semelhantes aos resultados encontrados no presente trabalho.

De acordo com Ma e Yamaji (2006), o Si tem demonstrado efeito benéfico no crescimento e desenvolvimento das plantas. O aumento na altura de plantas de milho pode estar ligado ao maior acúmulo de matéria seca provocado pelo Si, o qual desempenha sobre o metabolismo celular, sendo responsável pela ativação de enzimas importantes (Correa et al., 2005). Essas enzimas podem ter papel crucial no metabolismo celular, causando maior acúmulo de matéria seca (Aguirre et al., 2007). Para o diâmetro do caule (Figura 1B), não foi observado diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, verificando que a aplicação de silicato de potássio, não favoreceu o incremento na expansão do diâmetro, nas diferentes formas de aplicação. Estes resultados apresentam-se semelhantes aos obtidos por Miranda et al. (2018), onde também não foi verificado diferenças significativas nas formas de aplicação de Si no milho, aos 15, 45 e 60 dias de avaliação. Freitas et al. (2011), também verificaram que o diâmetro do colmo não foi alterado pela aplicação de doses crescentes de Si fornecido via foliar. Segundo Ferri

(1985), o diâmetro caulinar em plantas é uma característica importante em estudos morfofisiológicos, refletindo de modo prático o crescimento e a diferenciação da planta,

favorecendo o processo das relações solo-planta, uma vez que irá influenciar na capacidade que as plantas terão em sustentar seu peso (Yoshida, 1975).



**Figura 1.** Altura (A), Diâmetro do caule (B), comprimento foliar (C), largura foliar (D), número de folhas (E) e número de nós de plantas de milho verde em diferentes formas de aplicação do silicato de potássio, obtidos 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.

Os valores médios do comprimento e da largura foliar são apresentadas na Figura 1C e 1D, respectivamente. Estas duas características agrônômicas estudadas em conjunto permitem relacionar se aplicação de silicato de potássio influenciou a área foliar das plantas. Observe que não houve diferenças significativas entre as médias para o comprimento e a largura das folhas nos tratamentos aplicados (Figura 1C e 1D, respectivamente), evidenciando que as diferentes formas de aplicação de silicato de potássio não influenciaram o crescimento em expansão média das folhas. Dantas Júnior et al. (2011), não encontraram efeito significativo nas médias de área foliar durante o período de avaliação das plantas de milho, em diferentes dosagens da adubação silicatada. Ao contrário, Souza et al. (2015), verificaram incremento na área foliar em plântulas de milho, cultivado em doses crescentes de agrosilício. Lima et al. (2011), também constataram efeito positivo da aplicação de silicato de sódio na área foliar de plantas de milho. A área foliar é uma

importante medida de crescimento em plantas, pois determina a quantidade de radiação solar interceptada para a fotossíntese. A maior expansão no comprimento e largura das folhas pode favorecer o aproveitamento da radiação solar e o incremento de fotoassimilados disponíveis durante o ciclo de cultivo do milho (Almeida et al., 2003).

Nota-se na Figura 2E, o número médio de folhas por planta, nas diferentes formas de aplicação de silicato de potássio. Os tratamentos S+F-, S-F+ e S-F- não apresentaram diferenças significativas entre as médias, evidenciando que a aplicação de silicato de potássio somente no solo ou na folha, não beneficiou o incremento no número de folhas emitidas pelas plantas. Entretanto, o fornecimento de Si via solo e folha (S+F+), reduziu significativamente o número de folhas emitidas pelas plantas, quando comparado com os tratamentos S+F- e S-F+.

Quanto ao número de nós, observa-se que não houve diferença significativa entre as médias para as diferentes formas de aplicações de silicato

de potássio (Figura 1F). Este fato permite deduzir, que o fornecimento de silicato de potássio não influenciou o número de nós. Contudo, contribuiu para o crescimento em expansão entre os nós do colmo, refletindo no incremento significativo obtido pela altura (Figura 1A).

A Figura 2 apresenta os valores médios de massa fresca foliar, do colmo, da raiz e total no final do experimento, aos 124 DAE, para o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a massa fresca das folhas (Figura 2A), os tratamentos S+F-, S-F+ e S-F- não apresentaram diferenças significativas entre as médias, evidenciando que o fornecimento de silicato de potássio no solo (S+F-) e na folha (S-F+), não afetou o incremento na massa fresca foliar das plantas, uma vez que no tratamento controle (S-F-), os valores médios permaneceram significativamente semelhantes. Entretanto, o fornecimento de silicato de potássio via solo e na folha (S+F+), registrou valor médio significativamente reduzido em relação aos tratamentos S+F- e S-F+.

Em estudo realizado por Sousa et al. (2010), não foi verificada diferenças significativas na massa seca da parte aérea em milho, cultivado sobre crescentes doses de silicato de potássio aplicados via foliar. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho (2000) em arroz, onde a aplicação de Si via solo, não favoreceu o incremento na massa da parte aérea das plantas.

O estudo da massa fresca foliar é importante em estudos nutricionais dos vegetais, pois as folhas são os centros de produção da fotossíntese, enquanto o resto da planta depende da exportação dos fotoassimilados (Benincasa, 2003). Assim, aumentos na massa fresca foliar é uma característica desejável no cultivo de milho, uma vez que a folha atua diretamente na formação de carboidratos, os quais são alocados para os órgãos vegetativos em crescimento, levando a uma maior produção na parte aérea da planta (Larcher, 2006).

Para a massa fresca do colmo houve incremento significativo no tratamento com o fornecimento de silicato de potássio no solo (S+F-) em 26,5; 29,5 e 38,6% em relação aos tratamentos S-F+, S-F- e S+F+ (Figura 2B), evidenciando ser a forma de aplicação que beneficiou o crescimento caulinar. O fornecimento de silicato de potássio no solo (S+F-) pode ter favorecido a alocação de carboidratos para o caule, promovendo maior crescimento em altura, uma vez que o ácido monossilícico é transportado via fluxo transpiratório das raízes a parte aérea pelo xilema, podendo se acumular principalmente nos espaços intercelulares e nas paredes celulares, fortalecendo estruturas como o colmo (Quitina Neta et al., 2024). Dessa forma, podemos deduzir que possivelmente a diferença significativa encontrada na altura das plantas pode ser atribuída à maior retenção de água encontrada nos tecidos do colmo no tratamento S+F-, já que a turgidez celular pode aumentar o

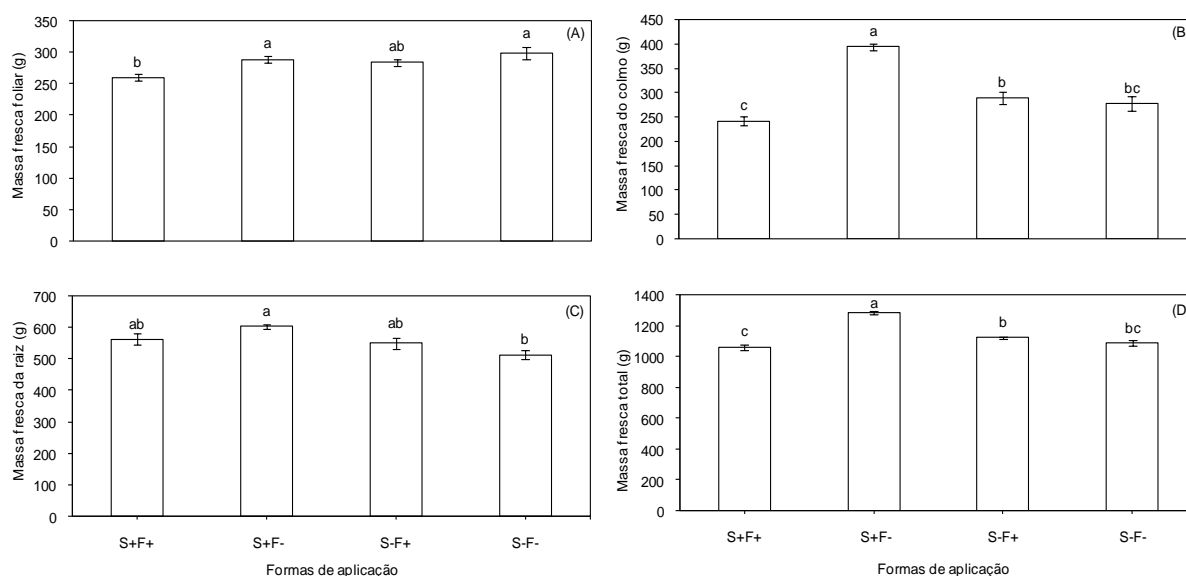
volume celular, levando a expansão do tecido (Taiz; Zeiger, 2024).

Sousa et al. (2010) estudando doses crescentes de silicato de potássio fornecido via foliar no cultivo de milho híbrido simples da empresa Dow Agrosciences no campo, notaram máxima produção do colmo ao aplicar a dose de 4,0 L/ha de silicato de potássio, registrando incremento de 53% na massa seca do colmo em relação ao tratamento testemunha. Além disso, verificaram melhor conformidade arquitetônica das folhas, maior concentração de clorofila e melhor desempenho fotossintético, resultando em maior produção de biomassa fresca.

Araújo et al. (2022) estudando a aplicação foliar de Si em milho verificaram aumentos na matéria fresca da parte aérea em condições de déficit hídrico no solo, o que evidencia a reposta positiva do Si para o desenvolvimento da planta. De acordo com Souza et al. (2013) a eficiência da aplicação de Si no aumento da biomassa fresca pode ser atribuída a capacidade do Si em se acumular nos tecidos das folhas e, com isso reduzir a transpiração da planta, o que resulta em maior acúmulo de água. De acordo com Menegale et al. (2015) o acúmulo de camadas de sílica nos órgãos da planta reduz a abertura estomática, o que restringe a perda de água.

Na Figura 2C são apresentados os valores médios da massa fresca da raiz. Observa-se que os tratamentos onde foi fornecido o silicato de potássio as plantas (S+F+, S+F- e S-F+), independente da forma de aplicação, não apresentaram diferenças significativas nas médias. No entanto, o tratamento com fornecimento de silicato de potássio via solo (S+F-), registrou média significativamente superior em 14,9% em relação ao tratamento controle (S-F-), confirmando ser a forma de aplicação que trouxe maior crescimento radicular.

Munaro e Simonetti (2016) avaliando a aplicação foliar de silicato de potássio em milho observam que a massa fresca das raízes obtiveram melhor desempenho significativo utilizando a dosagem de 2,25 L/ha, em comparação com os outros tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2015) onde a produção de matéria seca das raízes de milho aumentou com as doses de silicato de cálcio e magnésio. Segundo Büll et al. (1993), as raízes de monocotiledôneas como o milho apresentam baixa CTC radicular, tendo preferência por absorção de cátions monovalentes, como o potássio, auxiliando a um melhor aproveitamento do silicato de potássio. Além de seus benefícios diretos para as plantas, o Si também pode interagir com outros nutrientes no solo, melhorando sua disponibilidade e absorção pelas plantas. Ele pode auxiliar na absorção de nutrientes como o fósforo e o cálcio, essenciais para o crescimento saudável das plantas (Lanna; Ferreira, Fillipi 2021).



**Figura 2.** Massa fresca foliar (A), do colmo (B), da raiz (C) e total (D) de plantas de milho verde em diferentes formas de aplicação do silicato de potássio, obtidos 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.

Os valores médios obtidos para a massa fresca total estão na Figura 2D. Nota-se que no tratamento S+F- houve aumento significativo na massa fresca total em 12,6; 15,2 e 17,2% em relação aos tratamentos S-F+, S-F- e S+F+, respectivamente, o que evidencia que o fornecimento de silicato de potássio via solo promoveu maior crescimento das plantas de milho quando comparado com as formas de aplicação.

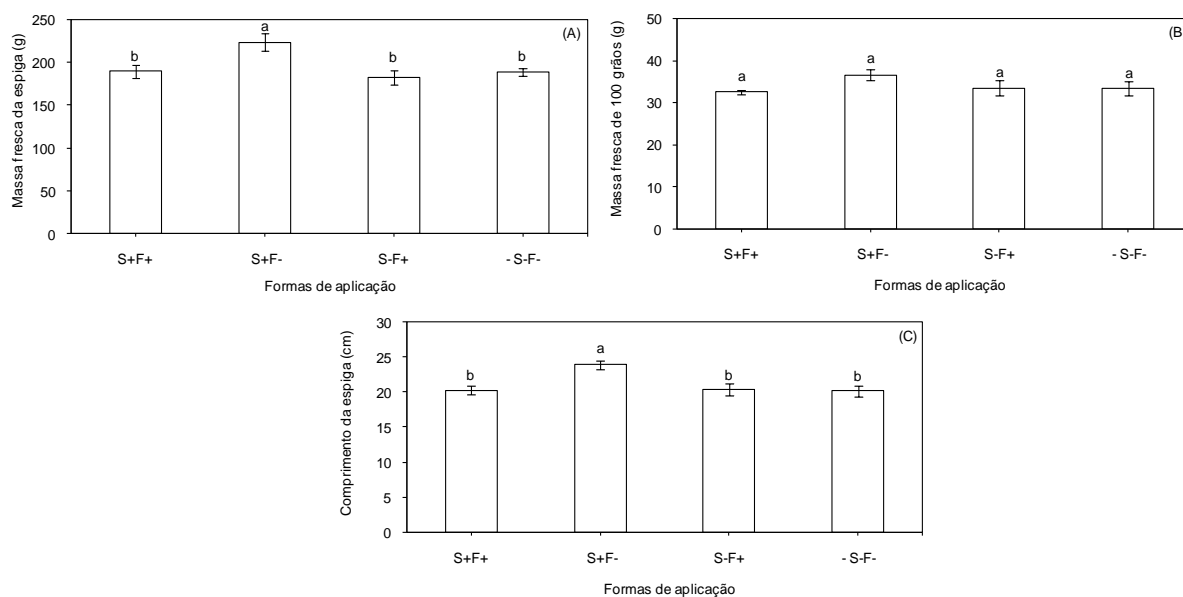
Munaro e Simonetti (2016) avaliando aplicação de silicato de potássio via foliar no milho constataram que a massa fresca da planta inteira foi incrementada por duas aplicações na dose de 2,25 L/ha. Entretanto, estes autores em seu trabalho forneceram a adubação silicatada somente na forma foliar, não verificando outras formas de aplicação do silicato de potássio, como realizada em nosso estudo. Da mesma forma, Assis et al. (2007), encontraram aumentos significativos de produção de massa verde nas plantas de sorgo adubadas com silicato de cálcio e magnésio. Ainda, Gama e Nascimento (2007); Souza (2008) e Silva Júnior et al. (2009) relataram que o silicato de potássio aplicado via foliar pode proporcionar incremento significativo na produtividade do milho, sendo economicamente viável sua aplicação. Os incrementos de produção pela aplicação do silício solúvel com potássio se destacam pelo fornecimento equilibrado desses dois nutrientes.

A ausência de estudos referentes às formas de aplicação de Si, muitas vezes está relacionada à carência de informações quanto à exigência e à capacidade de absorver o elemento por determinadas espécies e cultivares, uma vez que há diferença genotípica quanto a esta capacidade. Assim, torna-se importante nosso estudo em

relação às formas de fornecimento de Si, para que possam ser definidas estratégias de manejo, que otimize e potencialize o crescimento e o rendimento produtivo, quanto ao uso do elemento.

O rendimento produtivo do milho verde é apresentado nas Figuras 3A, 3B e 3C, pelas características agrônômicas de produção, massa fresca da espiga, massa fresca de 100 grãos e comprimento da espiga, respectivamente.

Observa-se para a massa fresca da espiga (Figura 3A), que houve incremento significativo no tratamento S+F- em 18,2; 15,4 e 15,3% em relação aos tratamentos S-F+, S-F- e S+F+, respectivamente, confirmando que o fornecimento de silicato de potássio no solo, favoreceu o rendimento produtivo das espigas em estágio leitoso. Apesar de não haver encontrado diferenças significativas na massa fresca de 100 grãos (Figura 3B), o fato de ter sido verificado crescimento significativo no comprimento das espigas pode ter contribuído para o maior rendimento na massa fresca das mesmas (Figura 3C). Nota-se, que os resultados estatísticos encontrados para o comprimento das espigas foi significativamente similar ao da massa fresca das espigas (Figuras 3A e 3B), onde o fornecimento de silicato de potássio no solo (S+F-) favoreceu o comprimento das espigas em 15,1; 15,5 e 15,1% em comparação aos tratamentos S-F+, S-F- e S+F+, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Miranda et al. (2018), onde verificaram incrementos significativos no comprimento e no diâmetro das espigas com o fornecimento de agrosilício via solo de forma parcelada.



**Figura 03.** Massa fresca da espiga (A), de 100 grãos (B) e comprimento da espiga (C) de plantas de milho verde em diferentes formas de aplicação do silicato de potássio, obtidos 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.

Em nosso estudo era esperado encontrar incremento significativo na massa fresca de 100 grãos, ocasionada pela aplicação de silicato de potássio, uma vez que o Si proporciona aumento na capacidade fotossintética e maior aproveitamento da água pela planta (Datnoff et al., 2001).

### Conclusões

A aplicação via solo (S+F-) de silicato de potássio, mostrou-se promissor para o crescimento em altura e número de folhas nas plantas de milho verde, além de contribuir para o incremento na massa fresca foliar, do colmo e das raízes, favorecendo consideravelmente o crescimento da planta, demonstrado pela massa fresca total.

Houve também um incremento significativo no rendimento produtivo, evidenciado pelo comprimento e massa fresca das espigas em estado leitoso.

As variações nas características agrônomicas causadas pelo uso silicato de potássio nas diferentes formas de fornecimento demonstram que são necessários estudos mais aprofundados sobre o efeito do Si na cultura do milho verde.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, concedendo bolsas de iniciação científica aos alunos: Isabel Perazzoli (Edital n. 05-2025/2026-PIBIC-EM), Gustavo Zago (Edital n. 06-2025/2026-PIBIC), Laura Rigo (Edital n. 07-2025/2026-PIBIC-Af) e Isadora Berton Perosa (Edital n. 08-2025/2026-PIBITI).

### Referências

- AGRO, SAÚDE E COOPERAÇÃO. Entenda como funciona a produção de milho verde em Santa Catarina. 2023. Disponível em: <https://ndmais.com.br/agronegocios/producao-de-milho-verde/>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- AGUIRE, E. et al. El silício en los organismos vivos. *Interciência*, v. 32, p. 504-509, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33932802.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- ALMEIDA, M. L. et al. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. *Ciência Rural*, v. 33, n. 2, p. 189-194, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000200002>.
- ARAÚJO, K. C. et al. Influência da aplicação foliar de silício no desenvolvimento e produtividade do milho sob déficit hídrico no semiárido piauiense. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, p. 1-10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28123>.
- ASSIS, M. H. S. et al. Formas de aplicação de fertilizante silicatado e seus efeitos no solo e na produção de sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Anais... Gramado: SBCS, 2007. CD-ROM.
- BENINCASA, M. P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.

- BERNINI, C. S. et al. Parâmetros genéticos de progênies interpopulacionais de milho para caracteres relacionados com tolerância à seca. *Scientific Electronic Archives*, v. 14, n. 9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36560/14920211406>.
- BÜLL, L. T. et al. Influência da relação K/(Ca + Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramíneas e leguminosas forrageiras: I. Absorção de potássio em função da espécie vegetal. *Científica*, v. 21, p. 55-66, 1993. Disponível em: <https://ru.dgb.unam.mx/items/fe9a8d50-b129-40a0-9195-11a86f176457>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- CANTUÁRIO, F. S. et al. Podridão apical e escaldadura em frutos de pimentão submetidos a estresse hídrico e doses de silício. *Horticultura Brasileira*, v. 32, p. 215-219, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000200017>.
- CARVALHO, J. C. Análise de crescimento e produção de grãos da cultura do arroz irrigado por aspersão em função da aplicação de escórias de siderurgia como fonte de silício. 2000. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- 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. 376 p.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Primeiro levantamento da safra 2023/24, Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5211-primeiro-levantamento-da-safra-2023-24-traz-uma-estimativa-de-producao-de-317-5-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra total (1ª, 2ª e 3ª Safras) 2023/24, Brasília. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/910-Milho>. Acesso em: 19 fev. 2025.
- CORREA, R. S. et al. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. *Neotropical Entomology*, v. 34, p. 429-433, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000300011>.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. Effects of Silicon and Drought Stress on Tuber Yield and Leaf Biochemical Characteristics in Potato. *Crop Science*, v. 49, n. 3, p. 949-954, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160064>.
- DANTAS JÚNIOR, E. E. et al. Desenvolvimento de milho irrigado e adubado com silicato de cálcio e magnésio. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 5, n. 4, p. 337-350, 2011. Disponível em: [https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/106/pdf\\_92](https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/106/pdf_92). Acesso em: 15 fev. 2025.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. Silicon in agriculture. New York: Elsevier, 2001. 403 p.
- DE BRITO, R. S.; BATISTA FERREIRA, J.; DO VALE MOREIRA, J. G. Desenvolvimento inicial do milho em resposta a adubação complementar de rochagem. *Scientific Electronic Archives*, v. 16, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36560/16520231720>.
- DIAS, F. H. C. et al. Efeito dos óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho crioulo. *Scientific Electronic Archives*, v. 14, n. 9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36560/14920211403>.
- DUARTE, E. C. C. et al. Manejo de herbicidas no controle de plantas daninhas e sua influência no crescimento e produção do milho híbrido AG 1051. *Revista AGROTEC*, v. 37, n. 1, p. 71-80, 2016. DOI: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v37i1.29718>.
- DUARTE, J. P.; RUFF, O. J.; DOS SANTOS, C. L. R. Inoculação de milho com inoculante à base de *Azospirillum brasilense* sob doses de nitrogênio em solo arenoso. *Scientific Electronic Archives*, v. 14, n. 8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36560/14820211383>.
- ETESAMI, H.; JEONG, B. R. Silicon (Si): Review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 147, p. 881-896, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.063>.
- FAVARATO, L. F. et al. Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. *Bragantia*, v. 75, n. 4, p. 497-506, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.549>.
- FERRI, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 1985. 362 p.
- FREIRE, J. C. et al. 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.

- FREITAS, L. B. et al. Adubação foliar com silício na cultura do milho. *Revista Ceres*, v. 58, n. 2, p. 262-267, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000200020>.
- FREW, A. et al. The role of silicon in plant biology: a paradigm shift in research approach. *Annals of Botany*, v. 121, n. 7, p. 1265-1273, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcy009>.
- GAMA, A. J. M.; NASCIMENTO, C. *Boletim Técnico*, 2006/2007. Uberlândia: CAT, 2007. (Clube Amigos da Terra – CAT. *Boletim Técnico*, 2006/2007). 36 f.
- GUERREIRO, J. C. et al. Control of *Dichelops melacanthus* with insecticides associated with sulphur applied in different times in corn. *Scientific Electronic Archives*, v. 10, n. 1, p. 67-74, 2017. DOI: <https://doi.org/10.36560/1012017360>.
- GUÉVEL, M. H.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Effect of root and foliar applications of soluble silicon on powdery mildew control and growth of wheat plants. *European Journal of Plant Pathology*, v. 119, p. 429-436, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/226083229\\_Effect\\_of\\_root\\_and\\_foliar\\_applications\\_of\\_soluble\\_silicon\\_on\\_powdery\\_mildew\\_control\\_and\\_growth\\_of\\_wheat\\_plants](https://www.researchgate.net/publication/226083229_Effect_of_root_and_foliar_applications_of_soluble_silicon_on_powdery_mildew_control_and_growth_of_wheat_plants). Acesso em: 15 fev. 2025.
- GUNES, A. et al. Influence of silicon on antioxidant mechanisms and lipid peroxidation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress. *Journal of Plant Interactions*, v. 2, p. 105-113, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/17429140701529399>.
- KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Silicato de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2002. 3 p. (GPSi-ICIG-UFU. *Boletim Técnico*, n. 01).
- LANNA, A. C.; FERREIRA, C. M.; FILLIPI, M. C. C. Importância do silício para a sustentabilidade da produção de arroz de terras altas no Cerrado brasileiro. *Comunicado Técnico* 259, EMBRAPA, 2021.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.
- LIANG, Y. et al. *Silicon in agriculture: from theory to practice*. Springer, 2015.
- LIANG, Y. C.; SUN, W. C.; SI, J. Effects of foliar and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*. *Plant Pathology*, v. 54, p. 678-685, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01246.x>.
- LIMA, M. A. et al. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, p. 398-403, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200019>.
- LUZ, J. M. Q. et al. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em intervalos de colheita. *Revista Ceres*, v. 62, n. 1, p. 18, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000200007>.
- MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, v. 11, n. 8, p. 392-397, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.06.007>.
- MATOS, M. J. L. F. et al. *Milho verde*. Correio Brasiliense, Brasília, 2000.
- MENEGALE, M. L. C.; CASTRO, G. S. A.; MANCUSO, M. A. C. Silício: interação com o sistema solo-planta. *Journal of Agronomic Sciences*, v. 4, n. especial, p. 435-454, 2015.
- MIRANDA, P. S. et al. Aplicação de silício na cultura do milho. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v16i1.1853>.
- MOHR, A. et al. Efeito do uso do herbicida bentazon na produtividade de milho e massa seca de crotalária consorciados. *Scientific Electronic Archives*, v. 15, n. 9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36560/15920221545>.
- MUNARO, M. F.; SIMONETTI, A. P. M. M. Aplicação foliar de silício no milho 2ª safra: Influência na produtividade. *Revista Cultivando o Saber*, v. 9, n. 4, p. 559-568, 2016. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/747>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- NEVES, A. L. A. et al. Agronomic characteristics of corn cultivars for silage production. *Semina*, v. 36, n. 3, p. 1799-1806, 2015.
- OLIVEIRA, L. A. Silício em plantas de feijão e arroz: absorção, transporte, redistribuição e tolerância ao cádmio. 2009. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- OTHAMAN, N. N. C. et al. Factors that affect soil electrical conductivity (EC) based system for smart farming application. In: *AIP CONFERENCE PROCEEDINGS*, v. 2213. Melville: AIP Publishing, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5142147>.
- POZZA, A. A. A. et al. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v. 29, p. 185-188,

2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000200010>.

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

QUITUINO NETA, M. et al. Dinâmica do silício no sistema solo planta e sua participação no metabolismo e nutrição de plantas: uma revisão. Revista Observatório de La Economía Latinoamericana, v. 22, n. 9, p. 1-19, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv22n9-085>.

RIOS, A. D. F.; DOS SANTOS, M. P.; BUSO, W. H. D. Indutores de resistência incrementam a produtividade e reduzem severidade da ferrugem na cultura do milho. Scientific Electronic Archives, v. 15, n. 7, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36560/15720221501>.

RUFF, O. J. et al. Doses de fósforo em híbridos de milho cultivados em solo arenoso. Scientific Electronic Archives, v. 16, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36560/16520231717>.

SILVA JÚNIOR, A. M. et al. Boletim Técnico, 2008/2009. Uberlândia: CAT, 2009. (Clube Amigos da Terra – CAT. Boletim Técnico, 2008/2009). 49 f.

SOUSA, J. V. et al. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. Bioscience Journal, v. 26, n. 4, p. 502-513, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7148>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SOUZA, J. V. Aplicação de silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. 2008. 33 f. Monografia (Conclusão de Curso de Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

SOUZA, L. C. et al. Osmorreguladores em plantas de sorgo sob suspensão hídrica e diferentes níveis de silício. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 12, n. 3, p. 240-249, 2013. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p240-249>.

SOUZA, P. F. D. et al. Efeito de silicato de cálcio e magnésio no crescimento inicial de milho transgênico. Revista Agrícola Neotropical, v. 2, n. 3, p. 13-17, 2015. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v2i3.280>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2024. 864 p.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. National agriculture statistic service, 2022. Disponível em: [https://www.nass.usda.gov/Statistics by Subject/index.php?sector=CROPS](https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_Subject/index.php?sector=CROPS). Acesso em: 11 fev. 2025.