

# SILÍCIO MITIGA A DEFICIÊNCIA DE MAGNÉSIO NO CRESCIMENTO INICIAL E NA SÍNTESE DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EM CANA-DE-AÇÚCAR

Halef Gilvane Santos Costa<sup>1</sup>, Patrícia Alves da Silva<sup>2</sup>, Yuri Cordeiro Lima<sup>2</sup>, Kayton Fernando de Castro Lopes<sup>2</sup>, Mírian Peixoto Soares da Silva<sup>3</sup> e Alexson Filgueiras Dutra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica – IFTO, Campus Pedro Afonso. Bolsista de Iniciação Científica IFTO. e-mail: halef.costa@estudante.ifto.edu.br

<sup>2</sup>Estudantes do Curso de Engenharia Agrônômica – IFTO, Campus Pedro Afonso. e-mail: patricia.silva13@estudante.ifto.edu.br; yuri.lima@estudante.ifto.edu.br; kayton.lopes@estudante.ifto.edu.br

<sup>3</sup>Docente do Curso de Engenharia Agrônômica – IFTO, Campus Pedro Afonso. e-mail: [mirian.silva@ifto.edu.br](mailto:mirian.silva@ifto.edu.br)

<sup>4</sup>Docente do Curso de Engenharia Agrônômica – IFTO, Campus Pedro Afonso. Orientador. e-mail: [alexson.dutra@ifto.edu.br](mailto:alexson.dutra@ifto.edu.br)

## 1 INTRODUÇÃO

O Tocantins se destaca como principal estado produtor de cana-de-açúcar da região Norte do Brasil. No entanto, nas áreas de cultivo com baixa fertilidade do solo, a deficiência de magnésio (Mg) é um problema recorrente, especialmente quando se realiza aplicação de corretivos com baixo teor de Mg, que reduz a disponibilidade desse elemento para as plantas. Em áreas que a cana-de-açúcar é fertilizada com vinhaça, um subproduto rico em potássio (K), a deficiência de Mg ocorre pela competição iônica, uma vez que o Mg compete com o K por sítios de absorção nas raízes, promovendo inibição na assimilação de Mg pela planta (Chitolina e Harder, 2020).

O Mg atua como átomo central da clorofila, molécula crucial para o processo fotossintético (Garcia et al., 2020). Sua carência na fase inicial da cana-de-açúcar promove estresse nutricional na planta com reflexo em menor eficiência fotossintética, redução do crescimento, morte das pontas das folhas e menor qualidade do colmo pela baixa concentração de sacarose (Garcia et al., 2020). Para minimizar esses efeitos do estresse nutricional, alternativas de manejo na nutrição da planta, utilizando elementos benéficos como o silício (Si), têm sido promissoras como mecanismos de defesa vegetal (Neta et al., 2024). Estudos recentes destacam o papel do Si na mitigação de deficiências de nutrientes como potássio (Buchelt et al., 2020; Araújo et al., 2022), cálcio (Buchelt et al., 2020; Araújo et al., 2022) e magnésio (Hosseini et al., 2019; Buchelt et al., 2020). Contudo, pesquisas são escassas sobre os efeitos do Si na redução do estresse causado pela deficiência de Mg na fase inicial da cana-de-açúcar.

## 2 OBJETIVO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da aplicação de silício na mitigação do estresse por deficiência de Mg com análise do crescimento inicial e síntese de pigmentos fotossintéticos em plantas de cana-de-açúcar.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre dezembro de 2024 e março de 2025 em estufa agrícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Pedro Afonso, localizado em Pedro Afonso/TO (08°59'17" S, 48°09'35" W e altitude de 187 m). Seis tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições, a partir do esquema

fatorial 2 x 3, em que o primeiro fator correspondeu a ausência (-Mg) e presença (+Mg) de Mg na solução nutritiva e o segundo fator representou três formas de aplicação exógena de Si: via fertirrigação (solo), via pulverização foliar e controle (sem Si).

Mudas de cana-de-açúcar variedade CTC9003 foram produzidas e, aos 11 dias após a emergência (DAE), transplantadas para vasos com capacidade de 5 L preenchidos com solo coletado, na camada de 0,0 – 0,20 m de profundidade, em área com histórico de baixa concentração de Mg. Após o transplante iniciou a aplicação de solução nutritiva com ausência e presença (suficiência) de Mg. A solução nutritiva foi preparada com água deionizada e sua composição conforme recomendação de Hoagland e Arnon (1950). A concentração da solução nutritiva durante a primeira semana, após o transplante das mudas, foi 30% de força iônica, e 60% da força iônica a partir da segunda semana até o fim do experimento. A solução nutritiva foi aplicada uma vez por semana, fornecendo nos demais dias água deionizada. O volume aplicado de solução nutritiva e água foi determinado pelo método gravimétrico com base na capacidade de retenção de água do solo (CRA) (Souza et al., 2000). A aplicação de Si, via fertirrigação e via pulverização foliar, foi realizada aos 40, 50, 60 e 70 DAE na concentração de 2 mmol L<sup>-1</sup>, utilizando-se como fonte de Si o silicato de potássio (produto comercial Sifol®, densidade = 1,41, Si = 168 g L<sup>-1</sup> e K<sub>2</sub>O = 211,5 g L<sup>-1</sup>, pH = 10,96).

Aos 84 DAE, discos foliares foram coletados para determinação dos pigmentos fotossintéticos. A extração dos pigmentos ocorreu conforme metodologia de Wellburn (1994), com leituras realizadas em espectrofotômetro à 665, 649 e 480 nm para determinação da concentração de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides, respectivamente. Em sequência, avaliações de crescimento foram obtidas através da medição da altura das plantas, utilizando-se fita métrica da base a extremidade da folha recém desenvolvida, e diâmetro do colmo com auxílio de paquímetro digital.

Os dados coletados das variáveis foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $\alpha \leq 5\%$ ) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ), utilizando-se para as análises o *software* estatístico AgroEstat.

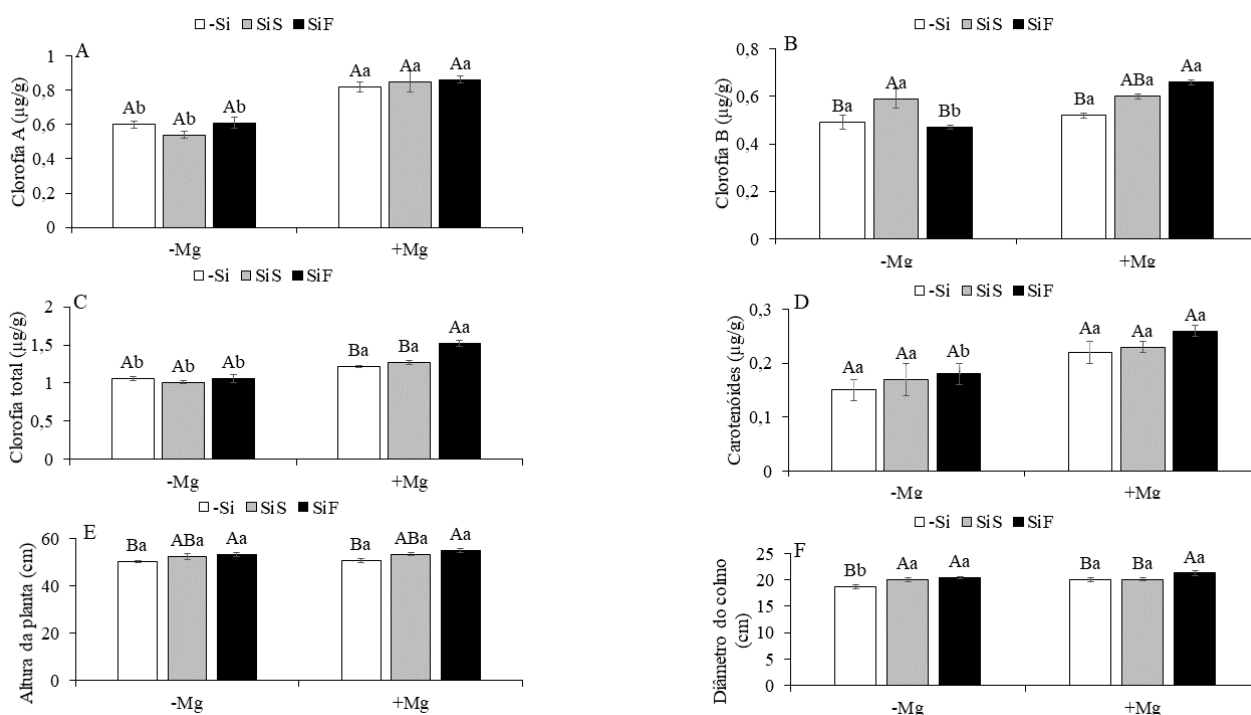
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas foram influenciadas significativamente pelos fatores de estudo. A concentração de clorofila *a* (Clfa) foi maior nas plantas que receberam Mg na solução nutritiva diferindo em 36% nos valores observados nas plantas com deficiência de Mg (Figura 1A). Esse resultado reforça o papel estrutural do Mg na formação da molécula de clorofila e na manutenção da atividade fotossintética (Garcia et al., 2020). Em condição de ausência desse elemento, a aplicação de Si, independente da forma, não apresentou diferença na concentração da Clfa.

A concentração da clorofila *b* (Clfb) respondeu à interação entre Mg e Si (Figura 1B). As plantas com deficiência de Mg e tratadas com Si via solo (SiS) apresentaram aumento de 20% da

Clfb em comparação às plantas controle (-Si). Isso sugere que o silício preservou a estrutura dos cloroplastos secundários em condições de ausência de Mg, o que pode estar relacionado à capacidade do Si de reforçar a integridade das membranas celulares e modular a atividade enzimática envolvida na síntese de pigmentos (Buchelt et al., 2020; Neta et al., 2024). Por outro lado, nas plantas que receberam Mg (+Mg), a aplicação de Si aumentou a concentração de Clfb, com maiores valores quando o elemento foi aplicado via foliar (SiF).

**Figura 1** - Concentração de clorofila *a* (A), concentração de clorofila *b* (B), concentração de clorofila total (C), concentração de carotenóides (D), altura da planta (E) e diâmetro do colmo (F) de plantas de cana-de-açúcar tratadas com ausência e presença de Mg e diferentes formas de aplicação de Si (sem Si, solo e foliar). Letras minúsculas indicam diferenças entre ausência (-Mg) e presença (+Mg) de Mg e letras maiúsculas em relação à aplicação de Si. As barras representam o erro padrão da média, n = 4.



Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados da clorofila total (Clfa+b) foram similares aos constatados na Clfb. A aplicação de Si aumentou a concentração total de clorofila apenas quando as plantas receberam Mg, especialmente com Si aplicado via foliar (Figura 1C). O silício em condições de suficiência nutricional possibilita maximizar a eficiência fotossintética, possivelmente por promover melhor organização estrutural das células do mesófilo (Buchelt et al., 2020; Neta et al., 2024). Em relação a concentração dos carotenoides, os maiores valores foram verificados em plantas que receberam Mg (Figura 1D). O fornecimento de Si, independente da forma, não influenciou estatisticamente a concentração de carotenoides, embora tendência de incremento tenha sido constatada com a aplicação de Si foliar.

As plantas com deficiência de Mg e tratadas com Si, tanto via foliar quanto via solo, apresentaram maior altura e diâmetro do colmo, evidenciando incrementos de 4% e 6% para altura, e 7% e 9% para diâmetro, respectivamente, comparadas as plantas controle (-Si) (Figuras 1E e 1F).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Si mitigou os efeitos da deficiência de Mg com melhorias na síntese de clorofila, especialmente a clorofila *b* e carotenoides, e no crescimento das plantas de cana-de-açúcar. Além disso, o fornecimento desse elemento potencializa a síntese de pigmentos fotossintéticos e crescimento das plantas em condições de suficiência de Mg, caracterizando-se como uma estratégia benéfica para o manejo nutricional da cana-de-açúcar.

## 6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e ao IFTO pelo fomento e apoio na execução do projeto, que viabilizou a realização desta pesquisa, bem como pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

Araújo, W.B.S. *et al.* Silicon mitigates nutritional stress of nitrogen, phosphorus, and calcium deficiency in two forage plants. **Scientific Reports**, v.12, n.1, p.6611, 2022.

Buchelt, A.C. *et al.* Silicon contribution via nutrient solution in forage plants to mitigate nitrogen, potassium, calcium, magnesium, and sulfur deficiency. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.20, n.3, p.1532-1548, 2020.

Chitolina, G.M.; HardeR, M.N.C. Avaliação da viabilidade do uso de vinhaça como adubo. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v.10, n.2, p.08-24, 2020.

Garcia, A. *et al.* Magnesium as a promoter of technological quality in sugarcane. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.20, p.19-30, 2020.

Hoagland, D.R., Arnon, D.L. The water culture methods for growing plants without soil. **Circular**, v.347, p.32, 1950.

Hosseini, S.A. *et al.* The ameliorative effect of silicon on maize plants grown in Mg-deficient conditions. **International journal of molecular sciences**, v.20, n.4, p.969, 2019.

Neta, F.X.Q. *et al.* Dinâmica do silício no sistema solo planta e sua participação no metabolismo e nutrição de plantas: uma revisão. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v.22, n.9, p.e6671-e6671, 2024.

Souza, C.C. *et al.* Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.338-342, 2000.

Wellburn, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, p.307-314, 1994.