

Produtividade de milho com enxofre

Vinicius Citon^{1*}; Thaísa Capato Lima¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}citon19@gmail.com

Resumo: A produção de milho, essencial para suprir a crescente demanda mundial por alimentos, pode ser otimizada com a aplicação de enxofre, nutriente fundamental ao seu desenvolvimento. Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto de diferentes doses de enxofre na produtividade do milho verão. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, em Cascavel, Paraná, na safra 2024/2025. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. As doses de enxofre aplicadas a lanço, 12 dias antes do plantio, foram de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹. O ensaio contou com 20 parcelas, cada uma composta por cinco linhas de cultivo, com 2,5 m de largura por 4 m de comprimento. A adubação foi realizada com NPK 10-15-15 no sulco de plantio, e o espaçamento entre linhas foi de 0,5 m. Utilizou-se a cultivar Dekalb 360, de ciclo precoce. Os parâmetros avaliados foram índice SPAD na fase V8, altura de plantas, produtividade e massa de mil grãos. A análise estatística foi feita no programa Sisvar, com teste de regressão a 5% de significância. A aplicação de doses crescentes de enxofre, até 200 kg ha⁻¹, promoveu aumento na altura das plantas e nos teores de clorofila a e clorofila total. No entanto, não houve efeito significativo sobre a massa de mil grãos, produtividade e teor de clorofila b.

Palavras-chave: *Zea mays*; adubação, sulfato.

Corn productivity with sulfur

Abstract: Corn production, essential to meeting the growing global demand for food, can be optimized through the application of sulfur, a key nutrient for its development. This study aimed to evaluate the impact of different sulfur doses on summer corn yield. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, in Cascavel, Paraná, during the 2024/2025 growing season. A randomized block design was used, with five treatments and four replications. Sulfur doses of 0, 50, 100, 150, and 200 kg ha⁻¹ were broadcast 12 days before planting. The trial consisted of 20 plots, each comprising five rows, 2.5 m wide by 4 m long. Fertilization was performed using NPK 10-15-15, applied in-furrow at planting, with row spacing of 0.5 m. The hybrid used was Dekalb 360, with an early maturity cycle. The evaluated parameters included SPAD index at the V8 stage, plant height, grain yield, and one-thousand grain weight. Statistical analysis was performed using the Sisvar program, with regression analysis at a 5% significance level. The increasing sulfur doses up to 200 kg ha⁻¹ promoted gains in plant height and in the levels of chlorophyll a and total chlorophyll. However, there was no significant effect on one-thousand grain weight, overall yield, or chlorophyll b content.

Keywords: *Zea mays*; Fertilization, sulphate

Introdução

O crescimento populacional global e a crescente demanda por alimentos têm impulsionado a necessidade de uma produção agrícola eficiente. O cultivo do milho (*Zea mays*) é fundamental, não apenas para a alimentação humana e animal, mas também como matéria-prima para diversas indústrias. Para alcançar altos níveis de produtividade, é essencial adotar práticas de manejo eficazes, que incluem a preparação adequada do solo, uma adubação balanceada e o uso de técnicas agronômicas integradas.

Entre os nutrientes essenciais para o milho, o enxofre desempenha um papel crucial na nutrição da planta (Batista *et al.*, 2018). Ele participa da rota metabólica de assimilação do nitrogênio, um dos nutrientes mais demandados pelo milho, a sinergia entre essa combinação e o manejo correto da adubação, incluindo o uso do enxofre, pode resultar em ganhos significativos na produtividade da cultura (Fiorini *et al.*, 2016).

Bull e Cantarella (1993) relatam que, de modo geral, o pico de absorção dos nutrientes para a planta de milho varia de 75 a 90 dias após a germinação, dos quais grande parte do enxofre é translocado para os grãos (Andrade *et al.*, 2019). O enxofre elementar (S₀), quando aplicado ao solo, só é absorvido pelas plantas após ser oxidado a sulfato, essa oxidação é catalisada principalmente por microrganismos (Andrade *et al.*, 2019). A deficiência de enxofre é encontrada em todo o Brasil, principalmente em áreas de cerrado (Oliveira *et al.*, 2020).

O milho necessita de aproximadamente 3 kg de enxofre para produzir uma tonelada de grãos, variando de 15 kg ha⁻¹ a 32 kg ha⁻¹ enxofre, sendo que sua absorção ocorre na forma de sulfato (SO₄²⁻) (Fois *et al.*, 2017). Esse nutriente é fundamental para a formação de aminoácidos como cistina, metionina, cisteína e taurina, desempenhando um papel crucial na síntese proteica e apresentando um forte sinergismo com o nitrogênio (Castro *et al.*, 2023).

A deficiência de enxofre durante o crescimento do milho pode resultar em proteínas de baixa qualidade, comprometendo o desenvolvimento da planta (Batista *et al.*, 2018). O uso intensivo do solo, com práticas que diminuem o teor de matéria orgânica aliado à utilização de fertilizantes com baixos teores de enxofre, podem causar sintomas de deficiência como redução do crescimento da planta e também tons vermelho-amarronzados nas bordas das folhas (Mendonça *et al.*, 2023).

Em busca de compreender o papel do enxofre na nutrição de plantas e contribuindo para um manejo mais preciso e sustentável da adubação, este trabalho tem como objetivo investigar os efeitos de diferentes doses de enxofre na produtividade do milho cultivado durante o ciclo de verão.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, em Cascavel, Paraná, durante a safra 2024/2025, nas coordenadas 24°56 '24 " S e 53°30' 50" W, a uma altitude média de 701 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (Embrapa 2018), com textura muito argilosa, e o clima da região é subtropical (Borsoi, Mioranza, Munhak 2024). O solo foi manejado sob sistema de plantio direto, com soja no verão e cobertura de nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) + aveia (*Avena sativa*) na entressafra. Para acompanhamento das alterações nos atributos químicos do solo, foram realizadas coletas para análise laboratorial em dois momentos: antes da semeadura e após a colheita. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise química do solo realizada na área experimental submetida a diferentes doses de enxofre no cultivo de milho verão, em dois momentos: antes da implantação do experimento (05/11/2024) e após a colheita (14/05/2025). Cascavel, PR. 2025.

Elemento / Propriedade	Antes do Semeio	Após a Colheita
Cálcio (Ca^{2+})	5,57	6,36
Magnésio (Mg^{2+})	1,58	1,39
Potássio (K^+)	0,94	0,46
Fósforo (P) (mg/dm^3)	24,24	14,35
Enxofre (S) (mg/dm^3)	3,83	13,50
Soma de Bases (SB)	7,76	8,21
CTC pH 7,0 (T)	12,31	14,90
CTC efetiva (t)	7,76	8,21
Matéria Orgânica (g/dm^3)	40,30	47,73
K (%)	4,941	3,09
Ca(%)	45,26	42,68
Mg(%)	12,84	9,33
H(%)	39,96	44,90
Carbono (g/dm^3)	23,38	27,75
pH em CaCl_2	5,39	5,10

Fonte: o autor.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, com dimensões de 2,50 m de largura por 4,00 m de comprimento. Cada unidade continha cinco linhas de cultivo, com três sementes por metro e espaçamento de 0,5 m entre as linhas. A cultivar utilizada foi o milho Dekalb 360 (Bayer, 2023), de ciclo precoce. A adubação foi realizada com NPK 10-15-15 (Coopavel) e enxofre elementar (Union Agro).

Os tratamentos foram: T1 – Testemunha 0 kg ha⁻¹ de enxofre, T2 - 50 kg ha⁻¹ de enxofre, T3 - 100 kg ha⁻¹ de enxofre, T4 - 150 kg ha⁻¹ de enxofre e T5 - 200 kg ha⁻¹ de enxofre. A aplicação

do enxofre foi realizada a lanço 12 dias antes do plantio, e a adubação com 500 kg ha⁻¹ de NPK 10-15-15 realizada no sulco, junto ao plantio.

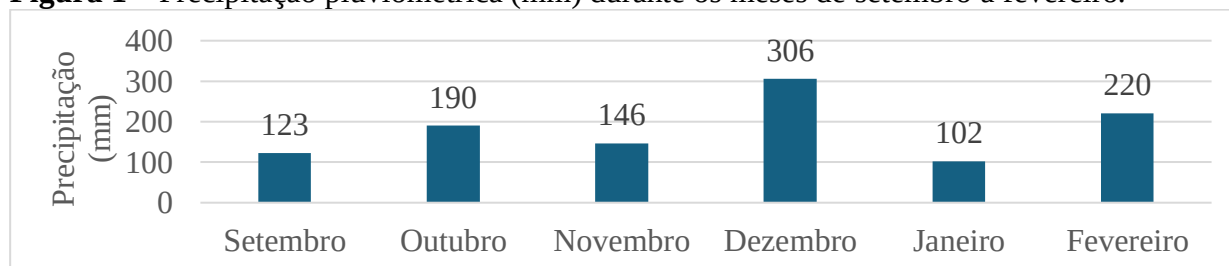
Foi realizado o controle preventivo de pragas como lagartas, percevejos e cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), a fim de evitar danos à cultura. Para isso, foram utilizados os seguintes produtos: o inseticida Connect (Imidacloprido e Beta-ciflutrina) (1000 ml/ha⁻¹), o inseticida Exalt (Spinetoram)(100 ml/ha⁻¹), o fungicida Orkestra (Flurapyroxad e Pyraclostrobin) (350 ml/ha⁻¹) e o controle biológico Bombardeiro (*Bacillus subtilis*, *Bacillus velezensis* e *Bacilus pumilus*) (800m L⁻¹).

As avaliações agrônômicas contemplaram, entre outras variáveis, a medição do índice SPAD, realizada com o auxílio de um clorofilômetro portátil. Essa análise foi conduzida na última folha completamente expandida de cada planta, durante a fase fenológica V8, que corresponde ao estágio de oito folhas completamente desenvolvidas. A escolha dessa fase se deve à sua importância no acúmulo de biomassa e na formação de estruturas reprodutivas, sendo um momento sensível à disponibilidade de nutrientes e ao status fisiológico da planta. Para cada parcela experimental, foram selecionadas cinco plantas, totalizando uma amostragem representativa e padronizada.

Além disso, foi mensurada a altura das plantas, do nível do solo até a extremidade superior da inflorescência, utilizando-se uma trena graduada. Essa medição foi realizada no dia 22 de dezembro de 2024, período em que as plantas se encontravam em pleno desenvolvimento vegetativo, permitindo avaliar com maior precisão os efeitos dos tratamentos sobre o crescimento estrutural da cultura.

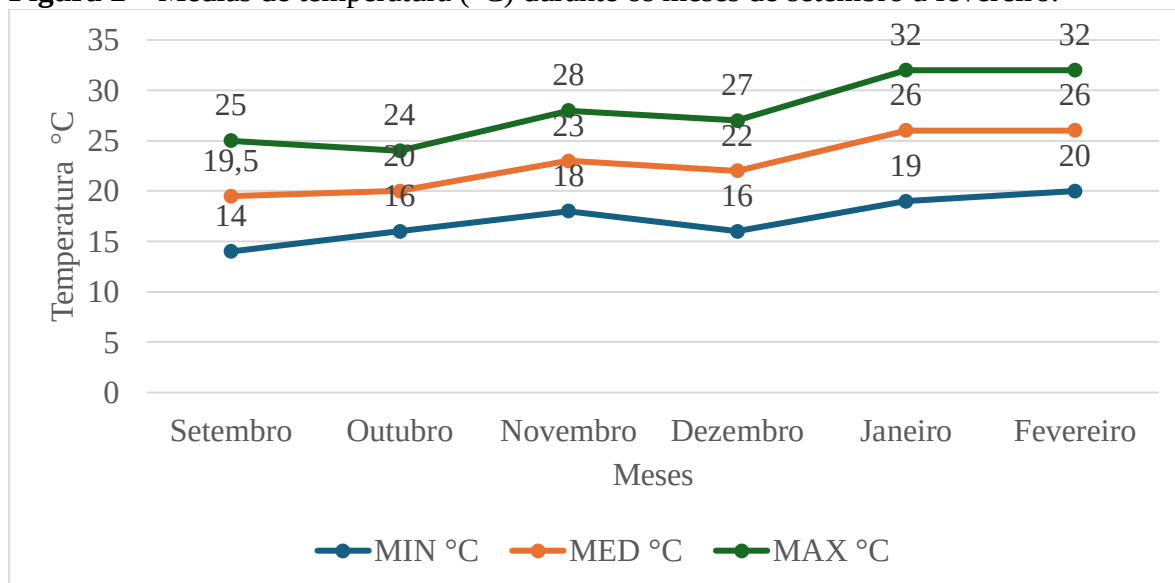
As condições climáticas observadas durante o período experimental estão apresentadas nas figuras a seguir. A Figura 1 mostra os dados de precipitação pluviométrica acumulada, enquanto a Figura 2 demonstra as médias diárias de temperatura do ar. Essas variáveis ambientais são determinantes para a interpretação dos resultados obtidos, pois o regime hídrico e as variações térmicas influenciam diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, bem como a eficácia das intervenções agrônômicas realizadas no experimento.

Figura 1 – Precipitação pluviométrica (mm) durante os meses de setembro à fevereiro.



Fonte: Estação Pluviométrica Coopavel, Cascavel/PR

Figura 2 – Médias de temperatura (°C) durante os meses de setembro à fevereiro.



Fonte: Estação Pluviométrica Coopavel, Cascavel/PR

Ao final do ciclo da cultura, aos 143 dias após a semeadura, foi realizada a colheita manual das linhas centrais de cada parcela experimental. As espigas foram trilhadas e os grãos, posteriormente, pesados para a estimativa da produtividade. As amostras de grãos foram encaminhadas ao laboratório, onde se determinou o teor de umidade, com posterior correção para 14%, padrão utilizado para comparação de produtividade entre tratamentos. A massa de mil grãos foi calculada de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e em seguida à análise de variância e teste F ($p < 0,05$), e as médias dos tratamentos foram submetidas à análise de Regressão a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Mendonça *et al.*, 2023).

Resultados e Discussões

A aplicação de diferentes doses de enxofre influenciou significativamente em algumas variáveis analisadas, como altura de plantas, clorofila A e clorofila total como pode ser verificado na tabela 2. Observa-se que não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) para produtividade, peso de mil grãos (P.M.G.) e clorofila b, indicando que as doses de enxofre utilizadas não proporcionaram resposta produtiva expressiva nas condições do experimento (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância e médias dos parâmetros avaliados em milho-verão (*Zea mays*) submetido a doses crescentes de enxofre no cultivo. Cascavel, 2025.

Variáveis						
Fator	Produtividade (kg ha ⁻¹)	P.M.G. (g)	Altura de plantas (cm)	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila Total
Prob.	0,8278 ^{ns}	0,2517 ^{ns}	0,0008*	0,0171*	0,1511 ^{ns}	0,0167*
Média	14.601,174	430,34	271	18,63	45,9	64,58
CV (%)	2,80	2,33	0,97	5,68	1,69	2,39
Shapiro-Wilk	0,0514	0,6868	0,1595	0,1978	0,0950	0,3621

Legenda: P.M.G.: Peso de Mil Grãos. Prob.: Probabilidade de significância ao nível de 5% pela análise de variância. CV (%): Coeficiente de variação. ^{ns}: não significativo ao nível de 5% de variância. * Significativo ao nível de 5% de variância.

A produtividade média de 14.601,74 kg ha⁻¹, no entanto, demonstra um bom desempenho agronômico da cultura, mesmo sem a resposta direta ao incremento do nutriente. De acordo com Fiorini *et al.*, (2017), no Brasil, o uso contínuo de fertilizantes concentrados em NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) tornou o enxofre (S) um nutriente limitante para o crescimento e desenvolvimento do milho

Assim como a deficiência de nitrogênio, a falta de enxofre compromete o crescimento da planta e reduz a produção de grãos. No entanto, quando o suprimento de enxofre é adequado, as plantas otimizam o uso do nitrogênio na síntese de proteínas, como a Rubisco (Ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase), o que eleva o índice fotossintético das folhas e, consequentemente, a produtividade do milho (Silva *et al.*, 2003).

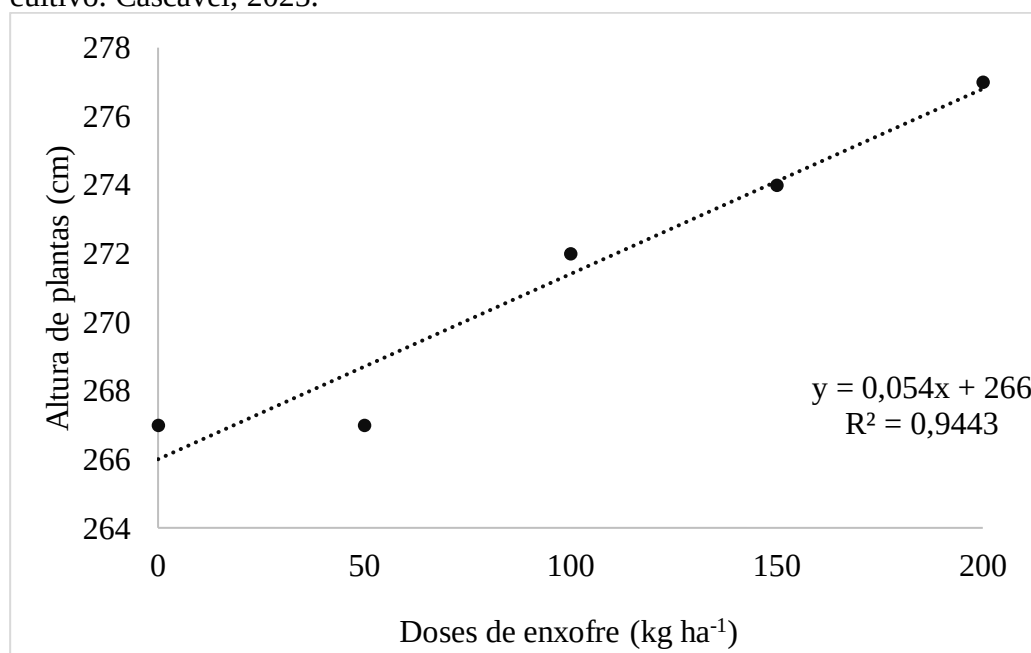
Miranda e Miranda (2008), em um experimento conduzido por dois anos agrícolas em sistemas de cultivo convencional e plantio direto, em solos com baixos teores de enxofre (< 5,0 mg dm⁻³), aplicaram doses de 0, 15, 30 e 45 kg ha⁻¹ de S, utilizando gesso (CaSO₄ 2H₂O) e um adicional de 15 kg ha⁻¹ de (enxofre elementar) S⁰. Os autores observaram que todos os tratamentos com enxofre apresentaram produtividade de grãos superior à testemunha sem aplicação do nutriente.

Esses resultados corroboram parcialmente os achados de Domingues *et al.* (2004), que relataram aumento na produtividade com doses superiores a 60 kg ha⁻¹ de enxofre, mas também destacaram que o excesso de S pode limitar o desempenho da cultura. De forma semelhante, Miranda e Miranda (2008), Cabezas e Souza (2008) e Frandoloso *et al.* (2010) observaram tanto

respostas positivas quanto ausência de resposta produtiva à adubação sulfatada, dependendo das condições edafoclimáticas e da disponibilidade prévia de nutrientes no solo.

As variáveis altura de plantas, clorofila a e clorofila total apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Observa-se um aumento linear na altura das plantas com a elevação das doses de enxofre aplicadas (Figura 3), o que sugere uma resposta positiva da cultura à disponibilidade crescente desse nutriente. Esse comportamento pode estar relacionado ao papel essencial do enxofre na síntese de aminoácidos como cisteína e metionina, que são fundamentais para a formação de proteínas vegetais e, consequentemente, para o crescimento celular. Além disso, o enxofre participa de processos metabólicos que afetam diretamente o desenvolvimento vegetativo, incluindo a fotossíntese e a ativação de enzimas envolvidas na divisão e alongamento celular. Dessa forma, o fornecimento adequado de enxofre contribui para o vigor das plantas, favorecendo a expansão do dossel foliar e o crescimento em altura, como observado nos dados deste experimento (Malavolta *et al.*, 1997).

Figura 3. Altura de plantas de milho (cm) submetidas a doses crescentes de enxofre durante o cultivo. Cascavel, 2025.



Fonte: autor, 2025

A clorofila a (média de 18,63) (Figura 4) e a clorofila total (média de 64,58) (Figura 5) também responderam de forma crescente e linear à medida que se aumentou a oferta de enxofre para as plantas. Esse resultado evidencia o papel essencial desse nutriente no metabolismo do nitrogênio e na fotossíntese. Esses resultados reforçam que a adubação sulfatada pode

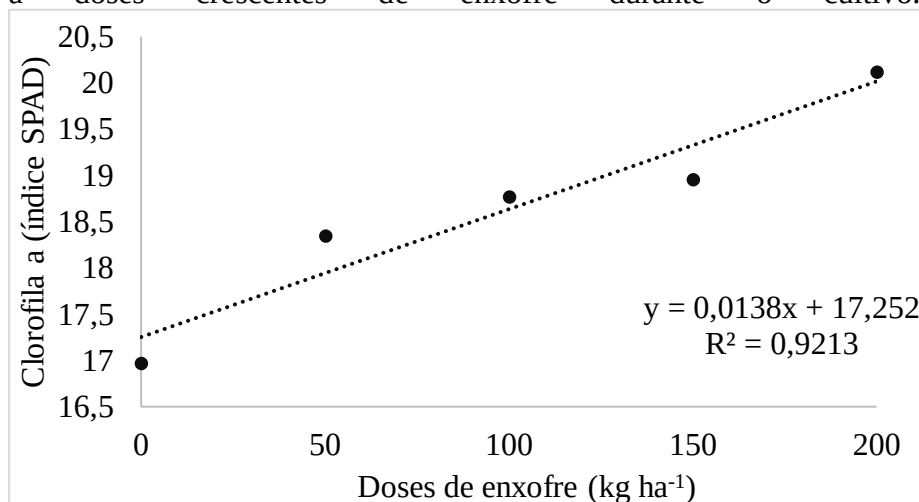
beneficiar variáveis morfofisiológicas do milho, especialmente em condições de solo com teores limitantes de enxofre, sendo fundamental integrá-la ao manejo nutricional equilibrado da cultura. Portanto, a adubação com enxofre deve ser considerada dentro de um manejo nutricional integrado e balanceado, visando o fortalecimento estrutural e a eficiência metabólica das plantas. Estudos futuros podem aprofundar a análise dos efeitos residuais e das interações do enxofre com outros nutrientes no sistema de produção de milho.

Além do papel direto do enxofre na formação de compostos orgânicos como aminoácidos e coenzimas, os resultados deste trabalho sugerem que a aplicação de doses mais elevadas de enxofre favoreceu a assimilação do nitrogênio pelas plantas de milho. Esse efeito foi evidenciado pelo aumento nos níveis de clorofila foliar, cuja molécula possui quatro átomos de nitrogênio em sua estrutura. (Batista *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2021) Assim, pode-se inferir maior eficiência no uso do nitrogênio, refletindo metabolismo mais ativo e fotossinteticamente eficiente (Castro *et al.*, 2023).

Do ponto de vista fisiológico, o enxofre participa da síntese de aminoácidos sulfurados como cisteína e metionina, essenciais para a formação de proteínas e enzimas envolvidas em processos de crescimento. Com suprimento adequado de enxofre, a planta incorpora o nitrogênio absorvido de forma mais eficiente em compostos orgânicos, reduzindo perdas por nitrato ou amônio não assimilado (Malavolta *et al.*, 1997).

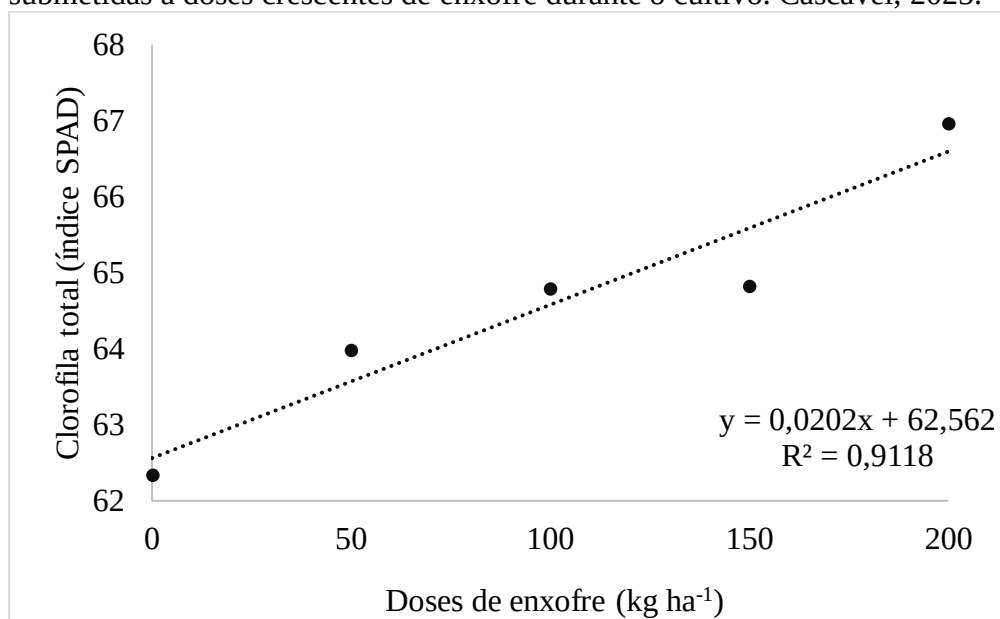
Além disso, a interação sinérgica entre enxofre e nitrogênio é fundamental para o desenvolvimento saudável das plantas. O enxofre não apenas facilita a assimilação do nitrogênio, mas também influencia positivamente a formação de proteínas de qualidade, impactando diretamente na produtividade e na qualidade dos grãos (Andrade *et al.*, 2019; Mendonça *et al.*, 2023). Em sistemas agrícolas, a gestão equilibrada desses nutrientes pode resultar em culturas mais vigorosas e eficientes no uso dos recursos disponíveis, destacando a importância de práticas de adubação que considerem essa interação (Lara Cabezas; Souza, 2008).

Figura 4. Clorofila a (Índice SPAD) em folhas de plantas de milho, em estágio V8, submetidas a doses crescentes de enxofre durante o cultivo. Cascavel, 2025.



Fonte: autor, 2025

Figura 5. Clorofila total (Índice SPAD) em folhas de plantas de milho, em estágio V8, submetidas a doses crescentes de enxofre durante o cultivo. Cascavel, 2025.



Fonte: autor, 2025

Conclusão

A aplicação de doses crescentes de enxofre, até 200 kg ha⁻¹, no cultivo de milho verão promovem aumento na altura das plantas e nos teores de clorofila a e clorofila total. Contudo, neste trabalho não promovem efeito significativo sobre o peso de mil grãos, a produtividade e o teor de clorofila b.

Referências

- ANDRADE, R. P. et al. **Fontes, modo de aplicação e translocação de enxofre no desenvolvimento inicial do milho.** *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 32019-32032, Curitiba, 2019.
- BATISTA, M.A., INOUE, T.T., ESPER NETO, M., and MUNIZ, A.S. **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral.** In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. *Hortaliças-fruto* [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0.
- BORSOI, A.; MIORANZA, M. J.; MUNHAK, M. V. **Interferência do mato competição nos parâmetros produtivos da soja.** *Revista Cultivando o Saber*, p. 12-21, 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CASTRO, F. F. G.; LUCIO, J. A. L.; SANDOVAL, M. F. Q.; CABEZAS, M. Ángel G. **Nutrição à base de nitrogênio, enxofre e magnésio no rendimento do milho (*Zea mays* L.): Nitrogen, Sulfur and Magnesium based nutrition on corn (*Zea mays* L.) yield.** *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, [S. l.]*, v. 6, n. 4, p. 3533–3550, 2023
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS (BRAZIL). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** *Serviço de Produção de Informação*, 1999.
- CHWAAB, Jarriel. **Resposta da cultura da soja a doses de enxofre.** 2022. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2020.
- DOMINGUES, M. R.; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SASSAKI, N. **Doses de enxofre e de zinco na cultura do milho em dois sistemas de cultivo na recuperação de uma pastagem degradada.** *Científica, Jaboticabal*, v. 32, p. 147- 151, 2004.
- FATECHA FOIS, D. A. et al. **Efeito do gesso agrícola na disponibilidade de enxofre e no rendimento da soja e milho safrinha.** *Revista Cultivando o Saber*, v. 10, n. 3, p. 314-326, 2017.
- FIORINI, C. V. A.; PINHO, R. G. V.; PIRES, L. P. M.; SANTOS, J. P.; CANCELLIER, E. L.; RESENDE, A. V. **Avaliação de fontes de enxofre e das formas.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 15, n. 1, p. 20-29, 2016
- FRANDOLOSO, J. F. et al. **Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho.** *Revista Ceres*, v. 57, p. 686-694, Toledo, 2010.
- LARA CABEZAS, W. R.; SOUZA, M. A. **Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 2331-2342, 2008. DOI
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MENDONÇA, D. L. de S. .; OLIVEIRA, R. G. de C.; REZENDE, C. F. A. **Resposta morfológica e produtiva do milho com fornecimento de enxofre em diferentes fontes**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v. 12, n. 3, p. e11112340516, 2023

MIRANDA, L. N. de; MIRANDA, J. C. C. de. **Adubação de enxofre para a cultura do milho sob plantio convencional e direto em solo de Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 143).

OLIVEIRA, R. J.; SILVA, R. C. D. da; JÚNIOR, G. S. da S.; MUNIZ, P. H. P. C.; PELÁ, A. **Oxidação de enxofre elementar em diferentes fontes e doses de fertilizantes** / Elementary sulfur oxidation in different sources and doses of fertilizers. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 27735–27745, 2020

RIBEIRO, Adilson Francisco de Souza et al. **Enxofre para as plantas: importância do nutriente, formas de absorção e exigências na cultura do milho e da soja**. São João da Boa Vista: UNIFEOB 2021.

SILVA, D. J. et al. **Translocação e redistribuição de enxofre em plantas de milho e de soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, p. 715-721, Brasília 2003.