



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA
CAMPUS SETE LAGOAS

BARBARA MENDONÇA QUEVEDO

**INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO
RABANETE**

Sete Lagoas, MG

2026

BARBARA MENDONÇA QUEVEDO

**INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO
RABANETE**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior

Coorientador: Willian Gonçalves Souza

Sete Lagoas, 10 de junho de 2026

BARBARA MENDONÇA QUEVEDO

**INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO
RABANETE**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 10 de junho de 2026.

Banca avaliadora:

Me. Michel Antoni da Silva - UFSJ/ CSL-DCIAG

Dr. Welton Pereira da Rocha Junior - UFSJ/ CSL-DCIAG

Em todas as coisas da natureza existe algo de maravilhoso.

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado e sustentado em cada passo dessa jornada, concedendo força, perseverança e propósito.

À minha mãe Erika e avó Aparecida, pelo amor incondicional, apoio constante e por serem meu alicerce. Sem vocês nada disso seria possível.

À minha família, pelo suporte, carinho e por acreditarem em mim em todos os momentos. Esta vitória também é de vocês.

Aos meus amigos da faculdade, por cada alegria dividida e por tornarem o caminho mais leve e agradável, em especial a Raissa, Fernanda, Gabrielle, Barbara e Barbosa por todo apoio emocional e acadêmico.

Ao meu orientador, Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior, minha sincera gratidão por tudo o que me ensinou com paciência, dedicação e incentivo. Ao meu coorientador Willian Gonçalves Souza. Aos membros da banca Michel Antoni da Silva e Welton Pereira da Rocha Junior por cada contribuição valiosa.

Aos meus professores e orientadores, em especial ao Amilton e Cláudio que com dedicação e conhecimento me inspiraram a crescer.

Aos meus fiéis companheiros de quatro patas, pela companhia constante ao longo de toda esta jornada acadêmica.

Agradeço a Scarlet, pelo apoio crucial e incentivo aos meus estudos em um momento decisivo da minha trajetória, cuja base me permitiu trilhar o caminho até a conclusão desta etapa acadêmica.

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha trajetória pessoal e profissional, meus sinceros agradecimentos por cada gesto de apoio para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

O fósforo é um macronutriente essencial para a cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.), entretanto sua disponibilidade em solos tropicais é limitada, principalmente pela forte adsorção em óxidos de ferro e alumínio. O silício pode exercer competição aniônica pelos sítios de adsorção, elevando a disponibilidade do fósforo para as culturas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de silício no desenvolvimento e produtividade da cultura do rabanete. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFSJ – Campus Sete Lagoas, utilizando um Latossolo Vermelho Distrófico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, correspondendo a testemunha (sem P e Si), com dose fixa de P (216 kg ha^{-1}) e associação com quatro níveis de Si nas proporções de 1:0, 1:1, 1:2, 1:4 e 1:8 de (P:Si). Os parâmetros avaliados incluíram diâmetro do tubérculo, altura de planta, número de folhas e biomassa fresca e seca. Os resultados demonstraram que a adição conjunta de P e Si influenciou significativamente o desenvolvimento da cultura em comparação à testemunha. O tratamento com a maior dose de silício (proporção 1:8) proporcionou os maiores valores de massa fresca do tubérculo ($20,61 \text{ g/planta}$), evidenciando uma resposta positiva à suplementação de silício. Assim, o uso do elemento é uma estratégia promissora para maximizar o desenvolvimento e produtividade do rabanete.

Palavras-chave: Silicato, Fosfato, Solubilidade, Nutrição Vegetal.

ABSTRACT

Phosphorus is an essential macronutrient for radish (*Raphanus sativus* L.); however, its availability in tropical soils is limited, mainly due to strong adsorption onto iron and aluminum oxides. Silicon may promote anionic competition for adsorption sites, thereby increasing phosphorus availability to crops. This study aimed to evaluate the effect of different silicon rates on the growth and yield of radish. The experiment was conducted in a greenhouse at UFSJ – Sete Lagoas Campus, using a dystrophic Red Latosol. The experimental design was a randomized block design, with six treatments and four replications, consisting of a control treatment without P and Si, a fixed P rate (216 kg ha⁻¹), and the association of P with four Si levels at P ratios of 1:0, 1:1, 1:2, 1:4, and 1:8. The evaluated parameters included tuberous root diameter, plant height, number of leaves, and fresh and dry biomass. The results showed that the combined application of P and Si significantly influenced crop growth compared with the control treatment. The highest silicon rate, corresponding to the 1:8 ratio, resulted in the highest tuberous root fresh mass (20.61 g plant⁻¹), indicating a positive response to silicon supplementation. Therefore, the use of this element represents a promising strategy to maximize radish growth and yield.

Key words: Silicate, Phosphate, Solubility, Plant Nutrition

1. INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.), pertencente à família Brassicaceae, é uma hortaliça de ciclo rápido, cuja raiz tuberosa é apreciada pelo sabor picante e pela qualidade nutricional (FILGUEIRA, 2008). Além do valor nutricional, a possibilidade de colheita entre 25 e 40 dias após a semeadura confere à cultura grande importância econômica para pequenos produtores, possibilitando múltiplas safras anuais e rápido retorno financeiro (MINAMI et al., 1998). De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a produção dessa hortaliça corresponde a cerca de oito mil toneladas anuais, concentrada principalmente em propriedades com área inferior a 5 hectares (FERREIRA; ZAMBON, 2004; IBGE, 2017). A espécie adapta-se a solos leves, com pH entre 5,5 e 6,8, podendo dispensar adubação em solos com boa disponibilidade de nutrientes (FILGUEIRA, 2008). Entretanto, em solos mais intemperizados, a baixa fertilidade natural constitui um fator limitante, afetando diretamente o tamanho das raízes (GRANT et al., 2001).

Essa limitação torna-se ainda mais relevante em razão do ciclo curto da cultura, que demanda elevada quantidade de nutrientes em um intervalo reduzido de crescimento, período no qual ocorre o acúmulo de reservas nos tubérculos. Entre os nutrientes mais exigidos destacam-se o nitrogênio (N), o potássio (K) e o fósforo (P) (FERNANDES, 2018; OLIVEIRA et al., 2014). O P, em especial, é essencial ao desenvolvimento vegetal por participar da transferência de energia em processos metabólicos como fotossíntese e respiração celular (PRATES et al., 2021). Além disso, desempenha papel fundamental no desenvolvimento radicular de hortaliças, favorecendo a absorção de água e nutrientes presentes na solução do solo (TAIZ; ZEIGER, 2013; NASCIMENTO et al., 2017).

A baixa disponibilidade de P no início do ciclo pode ocasionar danos irreversíveis, mesmo com posterior aumento da oferta do nutriente, uma vez que, em culturas de ciclo curto, deficiências nutricionais tornam-se mais difíceis de corrigir ao longo do cultivo (GRANT et al., 2001; COUTINHO-NETO et al., 2010). Nesse sentido, o rabanete é considerado uma cultura exigente em P,

apresentando alta taxa de extração de fósforo (NARLOCH et al., 2002; PINTO et al., 2024). Além disso, seu sistema radicular superficial limita a eficiência de absorção desse nutriente, sobretudo em solos com baixa disponibilidade de P, condição típica de ambientes mais intemperizados (PRADO; FERNANDES, 2001; TRANI et al., 2017; PINTO et al., 2024). A deficiência de P reduz o crescimento vegetativo, prejudica o desenvolvimento do caule e do sistema radicular e pode induzir a produção de antocianinas, conferindo às folhas senescentes uma coloração purpúrea característica (CECÍLIO FILHO et al., 1998; CARDOSO; HIRAKI, 2001; GRANT et al., 2001; SOMAVILLA et al., 2022). Segundo Prado (2021), folhas em estágio juvenil também podem apresentar escurecimento ou coloração verde-azulada, em razão do menor crescimento da superfície foliar em relação ao teor de clorofila.

O município de Sete Lagoas, Minas Gerais (Latitude: 19°28'32" S; Longitude: 44°11'47" W), está localizado em uma região de clima tropical úmido, condição que favorece a atuação do intemperismo químico. Assim, há predominância de Latossolos Vermelhos Distróficos, solos profundamente intemperizados em decorrência das condições pedoclimáticas características do ambiente tropical brasileiro (KER, 1997). Sob o ponto de vista pedológico, os Latossolos são descritos como solos profundos e altamente evoluídos, com acidez pronunciada e baixa saturação por bases (ALOVISI et al., 2016). A mineralogia desses solos é constituída majoritariamente por óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al), como hematita e goethita, os quais apresentam alta densidade de cargas variáveis em função do pH (NOVAIS; SMYTH, 1999). Em condições de acidez, a elevada afinidade desses óxidos pelo íon fósforo resulta na fixação do P, limitando sua mobilidade no perfil do solo e tornando-o quimicamente indisponível às plantas (MOTTA et al., 2002; BISSANI et al., 2008). Dessa forma, ainda que o nutriente esteja presente no solo, sua absorção pelo sistema radicular pode ser insuficiente para suprir as demandas da planta, provocando sintomas de deficiência (HAVLIN et al., 2005). Nesse contexto, a dinâmica do P no solo varia conforme a classe pedogenética, a mineralogia e as condições edafoclimáticas locais (HAVLIN et al., 2005; BISSANI et al., 2008; EMBRAPA, 2013).

Nesse cenário, a calagem constitui uma importante estratégia para mitigar a adsorção do P no solo (MORAES et al., 2007). Na presença de água, os sais de carbonato que compõem o calcário incorporado dissociam-se em íons cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e bicarbonato (HCO_3^-), resultando na formação de hidroxilas (OH^-), que atuam na neutralização da acidez e elevam o pH do solo (RONQUIM, 2010). Com o aumento do pH, as superfícies dos minerais oxídicos aumentam a densidade de cargas negativas, elevando a capacidade de troca catiônica (CTC) e promovendo repulsão eletrostática dos íons fosfato. Simultaneamente, a elevação do pH induz a precipitação dos íons Fe e Al, diminuindo sua fitotoxicidade e seu potencial de fixação de P (MCBRIDE, 1994; SOUZA et al., 2006). No entanto, essas reações ocorrem de maneira gradual no solo devido à baixa solubilidade dos carbonatos, razão pela qual se recomenda que a calagem anteceda o plantio ou a adubação fosfatada em 60 a 90 dias (MAHAM, 1993; MORAES et al., 2007; NETO et al., 2000).

Culturas de ciclo rápido, como o rabanete, podem não se beneficiar adequadamente da aplicação de corretivos de baixa solubilidade em janelas curtas de cultivo. Uma alternativa para otimizar esse processo de correção consiste na incorporação de silicato de cálcio (CaSiO_3), que comumente apresenta solubilidade significativamente superior à dos carbonatos (ALCARDE; RODELLA, 2003). Além de atuar mais rapidamente na neutralização da acidez, o ácido monossilícico (H_4SiO_4) liberado na dissociação dos silicatos introduz uma dinâmica de competição aniônica favorável à biodisponibilidade de nutrientes (BALDEÓN; BUENO; LEITE, 1997; ALCARDE; RODELLA, 2003). Como os ânions silicato competem pelos mesmos sítios de adsorção dos fosfatos, esse mecanismo reduz a fixação do P nos coloides, elevando sua concentração na solução do solo e favorecendo sua absorção radicular (FILGUEIRA, 2008; KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2004).

A otimização da nutrição fosfatada pela incorporação de corretivos silicatados pode potencializar os benefícios do P no desenvolvimento radicular e no acúmulo de biomassa do rabanete (OLIVEIRA et al., 2010; MELO; PIMENTA; SILVA, 2021; JESUS; GOMES; SILVA, 2022; TOLEDO et al., 2023). Além disso, a cultura responde positivamente à presença de Si, que pode ser

depositado na forma de sílica amorfa nas paredes celulares, aumentando a rigidez dos tecidos e a tolerância a estresses bióticos e abióticos (LANA et al., 2003; NASCIMENTO et al., 2017; RODRIGUES et al., 2021). Esse acúmulo pode, inclusive, beneficiar a qualidade pós-colheita do tubérculo, incrementando atributos como crocância e tempo de prateleira (SOUZA, 2013). Diante dessa relevância, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de silício na biodisponibilidade de fósforo para a cultura do rabanete.

2. MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro e dezembro de 2025, em casa de vegetação, na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), campus Sete Lagoas – MG, sob as coordenadas geográficas 19°28'37" S e 44°11'56" W e altitude de 750 m. A região apresenta clima tropical úmido do tipo Cwa segundo a classificação de Köppen-Geiger, apresentado inverno seco e verões quentes e chuvosos (Martins et al., 2022).

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais compostas por vasos com capacidade de 3,6 L. O P foi fornecido na forma fosfato monoamônico (MAP), utilizado também como fonte de nitrogênio, enquanto o Si foi aplicado na forma de silicato de cálcio (CaSiO_3). A dose de P foi de 216 kg ha⁻¹ Cantarella et al. (2022), enquanto as doses de Si variaram em quatro níveis (182; 365; 730; 1460 kg ha⁻¹) calculadas em proporções molares 1, 2, 4 e 8 vezes a concentração de P em relação ao Si (P:Si). Em termos de massa de solo por vaso, aplicou-se 0,9 g de MAP e doses crescentes de CaSiO_3 (0,5567; 1,1134; 2,2268; 4,4537 g) nos primeiros 5 cm de solo durante o plantio. Os tratamentos foram definidos como: T0 (controle absoluto), T1 (apenas P); e T2 a T% (P+Si nas proporções 1:1; 1:2; 1:4 e 1:8, respectivamente) (Tabela 1).

Tabela 1. Arranjo dos tratamentos, fontes e doses por vaso.

Tratamento	Proporção (P:S)	MAP (g/vaso)	CaSiO_3 (g/vaso)	Equivalência (kg/ha)
------------	-----------------	--------------	---------------------------	----------------------

T0	(0:0)	-	-	-
T1	(1:0)	0,90	-	P total 216
T2	(1:1)	0,90	0,5567	Si 182,6
T3	(1:2)	0,90	1,1134	Si 365,2
T4	(1:4)	0,90	2,2268	Si 730,4
T5	(1:8)	0,90	4,4537	Si 1460,8

Utilizou-se um Latossolo Vermelho Distrófico, coletado a partir de 40 cm de profundidade. Amostras de solo foram obtidas antes da implantação do experimento e encaminhadas ao Laboratório de Solos da UFSJ. Conforme as diretrizes o protocolo de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997), o preparo das amostras consistiu na disposição em bancada para secagem ao ar, seguida de destorroamento e peneiramento, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA)..

Em seguida as mesmas foram enviadas para caracterização química. A análise inicial revelou um solo com $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ de 5,5. Os atributos de fertilidade indicaram baixa saturação por bases ($V = 40\%$) e saturação por alumínio (m) de 3%, com capacidade de troca catiônica (CTC total) de $10,97 \text{ cmolc.dm}^3$. Quanto aos teores de nutrientes, observaram-se $5,7 \text{ mg.dm}^3$ de P; $0,9 \text{ cmolc.dm}^3$ de magnésio (Mg), 48 mg.dm^3 de potássio (K) e $3,31 \text{ cmolc.dm}^3$ de cálcio (Ca). O teor de matéria orgânica foi de 2,8%.

As informações obtidas na análise fundamentaram os cálculos de necessidade de calagem, com objetivo de elevação de cálcio e magnésio, realizada com a incorporação de calcário dolomítico ($\text{PNRT} = 96\%$). O solo foi mantido em período de incubação por 70 dias, a fim de assegurar a completa reação do corretivo. Após esse período, o solo foi acondicionado nos vasos e adubados conforme os tratamentos. Procedeu-se à semeadura direta do rabanete (*R. sativus* L. cv. Crimson Giant), utilizando-se cinco sementes por

vaso, distribuídas em covas a 2 cm de profundidade. Cinco dias após a emergência (DAE), ocorreu o desbaste, mantendo-se uma planta por vaso.

As plantas foram irrigadas diariamente via microaspersão automática. Inicialmente a irrigação era feita em três turnos de rega, mas em função da formação superficial de lodo após o desbaste, houve o ajuste para apenas dois turnos de manhã e tarde. Semanalmente, as plantas eram adubadas com nutritiva adaptada de *Hoagland (2022)*, com a ausência de P e cálcio.

A colheita do rabanete foi realizada 25 DAE para avaliação das plantas. Foram coletas as seguintes variáveis: número de folhas (NF), altura da planta (H) (cm), diâmetro do tubérculo (D) (mm), massa fresca da parte aérea (MFPA) (g planta⁻¹), massa seca da parte aérea (MSPA) (g planta⁻¹), massa fresca do tubérculo (MFT) (g planta⁻¹) e massa seca do tubérculo (MST) (g planta⁻¹). Diâmetro e altura foram medidos com auxílio de paquímetro e fita métrica, respectivamente. Tubérculos e parte aérea foram lavados para pesagem e determinação da massa fresca. Posteriormente, esse material foi submetido a secagem em estufa a 65°C por 72 horas para aferição da massa seca.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F. Confirmados as diferenças significativas entre tratamentos foram realizadas a comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do *software* estatístico Sisvar versão 5.8 (Ferreira, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (ANOVA) demonstraram diferenças significativas pelo teste F ($p < 0,05$). Observou-se que a aplicação de P isolado (T1) e as combinações de P+Si (T2–T5) promoveram médias de crescimento superior à testemunha (T0) em todos os parâmetros avaliados (Apêndice 1 e Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros biométricos e de produção de biomassa de rabanete sob diferentes tratamentos.

TRATAMENTOS	NF (cm)	H (cm)	D (mm)	MFPA (g planta ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)	MFT (g planta ⁻¹)	MST (g planta ⁻¹)
0:0 (T0)	2,75 b	7,00 b	6,10 b	0,575 c	0,15 b	0,45 e	0,35 c

1:0 (T1)	5,50 a	16,75 a	26,96 a	4,957 b	1,15 a	5,71 d	1,05 b
1:1 (T2)	5,75 a	17,75 a	30,25 a	5,35 b	1,18 a	9,90 c	1,14 b
1:2 (T3)	5,75 a	18,25 a	30,35 a	7,39 ab	1,25 a	10,76 c	1,43 ab
1:4 (T4)	5,75 a	18,46 a	32,99 a	8,05 ab	1,26 a	15,39 b	1,70 ab
1:8 (T5)	6,00 a	18,50 a	36,94 a	9,05 a	1,27 a	20,61 a	1,93 a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com adição de fósforo (T1 a T5) apresentaram valores superiores à testemunha absoluta (T0) para as variáveis diâmetro do tubérculo, número de folhas e altura de planta. No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com aplicação de silício em relação ao tratamento com fósforo isolado (T1), indicando ausência de resposta ao incremento das doses de Si. Para essas variáveis, os valores variaram entre 26,96 e 36,94 mm para diâmetro do tubérculo, 5,50 a 6,00 folhas por planta e 16,75 a 18,50 cm de altura.

O diâmetro do tubérculo apresenta correlação direta com a produtividade, sendo as maiores médias associadas ao melhor rendimento da cultura do rabanete (COSTA et al., 2020). Castro et al. (2016) consideraram raízes comerciais superiores a 30 mm, embora estas possam atingir valores acima de 50 mm (SILVA et al., 2019). No presente estudo, valores dentro do padrão comercial foram observados principalmente nos tratamentos com adição de Si (T2–T5).

As variáveis relativas à biomassa apresentaram maior amplitude de variação entre os tratamentos (Tabela 2). A massa fresca da parte aérea (MFPA) variou de 0,575 g planta⁻¹, na testemunha (T0), a 9,05 g planta⁻¹, no tratamento com a maior dose de Si (T5). Esse tratamento foi estatisticamente superior à testemunha, ao tratamento com P isolado (T1) e ao menor nível de Si (T2), porém não diferiu dos tratamentos T3 e T4, que apresentaram comportamento intermediário. Para a massa seca da parte aérea (MSPA), todos os tratamentos adubados (T1–T5) foram superiores à testemunha, mas não diferiram estatisticamente entre si. Esses resultados indicam que o

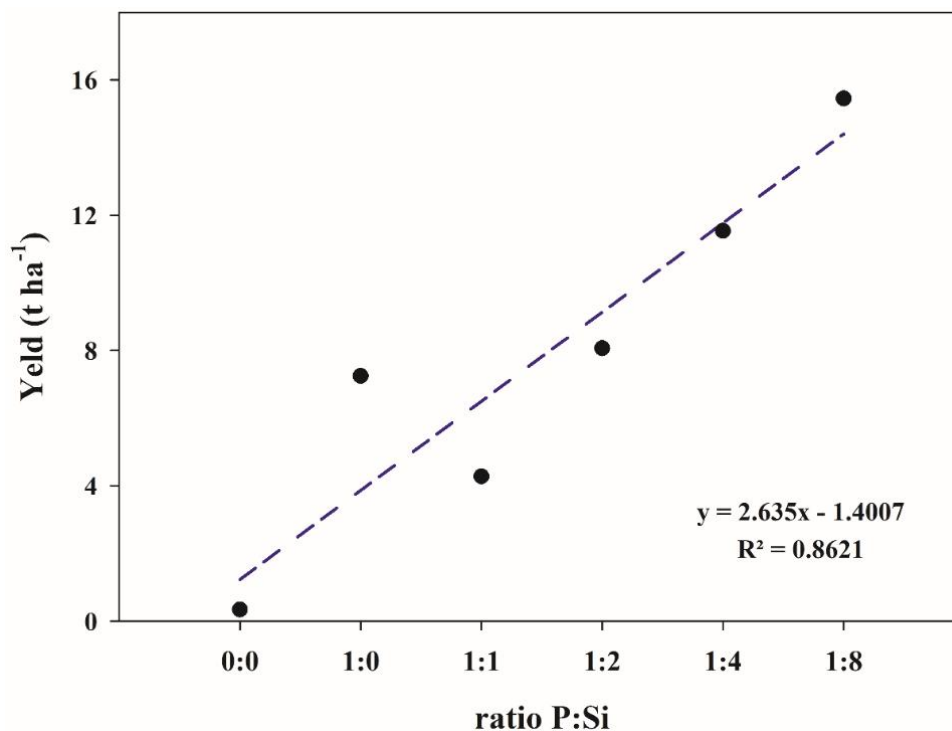
incremento associado às doses de Si foi mais evidente na massa fresca da parte aérea do que no acúmulo de matéria seca, sugerindo possível efeito sobre a manutenção da hidratação e turgidez dos tecidos.

Embora a MSPA tenha permanecido estatisticamente igual entre os tratamentos T1 e T5, a adição de doses elevadas de silicato incrementou a massa fresca e seca dos tubérculos (MFT e MST). Esse resultado sugere que a influência do silicato de cálcio foi direcionada preferencialmente para o desenvolvimento dos tubérculos. Nota-se um decréscimo acentuado nos valores de MST comparativamente à MFT, o que reflete a fisiologia do rabanete, caracterizado pelo elevado teor de água em seus tecidos.

Além do acúmulo de biomassa, estudos recentes reportam que a suplementação com Si influencia positivamente a pigmentação fotossintética. Tais estudos indicam incrementos nos níveis de clorofila, pigmento crucial para a eficiência fotoassimiladora e, conseqüentemente, para a produtividade (XU et al., 2023; AL-BAYATI; ALHASNAWI, 2025; ALHASNAWI; AL-BAYATI, 2023).

O efeito positivo do Si foi mais evidente no acúmulo de biomassa no tubérculo (MFT e MST), com aumento progressivo até a proporção de 1:8 (P:Si) dentro da faixa testada (Figura 1). Conforme destacado por Costa et al. (2020), o maior diâmetro do tubérculo apresenta correlação direta com sua massa, sendo ambos critérios decisivos para aceitação comercial do produto. Graficamente, observa-se uma tendência de incremento linear na produção de rabanete em resposta ao fornecimento de silício, apresentando forte correlação com as doses aplicadas ($R^2=0,86$).

Figura 1. Produção de biomassa de rabanete (cv. Crimson Giant) obtida a partir da testemunha (sem adubação) e sob adubação fosfatada isolada e associada a doses crescentes de silicato de cálcio.



Esses resultados corroboram os ganhos dose-dependentes registrados na literatura para o uso de Si, via foliar ou solo, resultando em melhorias no crescimento vegetativo e na produtividade (Alhasnawi; Al-Bayati, 2023; Al-Bayati; Alhasnawi, 2025; Xu et al., 2023). O Si promove aumento da eficiência do uso de P e da resiliência das plantas, reduzindo a dependência de adubações fosfatadas excessivas (Schaller et al., 2024; Barão, 2023; Phosboost, 2025).

A aplicação de Si na cultura do rabanete se mostra uma estratégia viável para o aumento de produtividade através da otimização da adubação fosfatada. São necessários mais estudos para avaliar o efeito de doses de Si no aumento dos teores de P no sistema solo-planta.

5. CONCLUSÃO

Nas condições desse estudo, a aplicação de silício promoveu efeitos positivos no desenvolvimento e produção do rabanete, resultando em incrementos significativos e dose-dependentes na produtividade, especialmente na dose 1:8 na massa fresca de tubérculos maximizando a produtividade.

6. REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J.A.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A. S.; ALVARES V., V.H., eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, **Sociedade brasileira de Ciência do Solo**, 2003. p.291-334.
- ALVES, L. A.; FONTOURA, S. M. V.; AMBROSINI, V. G.; PESINI, G.; FLORES, J. P. M.; BAYER, C.; TIECHER, T. Impacts of tillage and liming on crop yields and soil acidity correction: insights from a 32-year experiment in Southern Brazil. **Plant and Soil**, 511, 1621–1640. 2025. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-07076-w>
- BALDEÓN, J. R. M.; BUENO, N.; LEITE, J. A. **Efeito do termofosfato magnesiano e do silicato sobre a elevação do pH em solos ácidos**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas/EMBRAPA, 1997.
- BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre-RS: Editora Metrópole, 2008. 344 p
- CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.196-199, 2001.
- CASTRO, B. F.; DOS SANTOS, L. G.; BRITO, C. F.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V. Produção de rabanete em função da adubação potássica e com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, 39(3), 341-348. 2016;
- CANTARELLA H, QUAGGIO JA, JUNIOR DM, BOARETTO RM, VAN RAIJ B. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 5ª ed. Instituto Agrônômico & Fundação IAC, Campinas (**Boletim Técnico 100**). 2022;
- CECÍLIO FILHO, A. B.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; SOUZA, R. J. Deficiência nutricional e seu efeito na produção de rabanete. **Revista Científica**, v. 26, n. 1-2, p. 231-241, 1998.
- COSTA, M. R.; GUIMARÃES, M. A.; LEMOS NETO, H. S.; RABELO, J. S.; HENDGES, A. R. A. A.; VIANA, C. S.; MENDES, I. P. B. Desempenho agrônômico do rabanete em diferentes densidades populacionais. **Brazilian Journal of Development**, 6(6), 35679-35689. 2020.
- COUTINHO NETO, A. M.; ORIOLI JÚNIOR, V.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. M. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. **Revista Núcleos**, v.7, n2, p. 105-114, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2013. 412 p.

FERREIRA, DF. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. 35: 1039-1042. 2011.

FERREIRA CJ; ZAMBON FRA. Análise dos preços de rabanete no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**. 2004.

FILGUEIRA, F. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, BR: **Editora UFV**, 421 p. 2008.

GRANT, C. A.; PLATEN, D. N.; TOMAZIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba-SP, n. 95, set., p. 1-5, 2001.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 7. ed. **New Jersey: Pearson Prentice Hall**, 2005. 515p.

HOAGLAND NUTRIENT SOLUTION PROTOCOL. **BioRxiv supplementary protocol**. (2022).
<https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2022/01/28/2022.01.28.478212/DC7/embed/media-7.pdf>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados Preliminares do Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/rabanete/br>

KER, J. C. **Latossolos do Brasil: uma revisão**. Revista Geonomos, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 17-40, 1997.

KÖPPEN-GEIGER EXPLORER. (1991–2020). Classificação climática atualizada. <https://koppen.earth/>

LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; SILVA, A. F.; LANA, A. M. Q. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Biosci. J.**, 19, 15-20, 2003.

MAHAN, B. M.; Química – um curso universitário. 4 th Ed. **Edgard Blucher**, São Paulo: 1993.

McBRIDE, M.B. **Environmental chemistry of soils**. New York, University Press, 1994. 406p.

MINAMI, K.; CARDOSO, A.I.I.; COSTA, F.; DUARTE, F.R. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, v.57, n.1, p.146-149, 1998.

MORAES, M. F.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; COSCIONE, A. R. **Mobilidade de íons em solo ácido com aplicação de calcário, ácido orgânico e material vegetal em superfície.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 673-684, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/PhqggjppbTDF7WYdrjWSmj/>. Acesso em: 8 mar. 2026.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; RAIJ, B. V.; FURTINI NETO, A. E.; LIMA, J. M. **Adsorção e formas de fósforo em latossolos: influência da mineralogia e histórico de uso.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 349-359, 2002.

NARLOCH, C. et al. Resposta da cultura do rabanete à inoculação de fungos solubilizadores de fosfatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 06, p. 841- 845, 2002

NASCIMENTO, M. V.; FERNANDES, L. R. S. G.; XAVIER, R. C.; BENETT, K. S. S.; SILVA, L. M. da. Adubação fosfatada no cultivo de hortaliças produtoras de raiz. **Revista de Agricultura Neotropical**. [S. l.] , v. 5, pág. 8–16, 2017. DOI: 10.32404/rean.v4i5.2209. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/agrineo/article/view/2209>. Acesso em: 19 fev. 2026.

NETO, P.H.W.; CAIRES, E.F.; JUSTINO, A.; DIAS, J. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 257-261, 2000.

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F. L.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 4, pág. 519-526, 2010.

OLIVEIRA, G. Q.; BISCARO, G. A.; MOTOMIYA, A. V. A.; JESUS, M. P.; FILHO, P. S. V. Aspectos produtivos do rabanete em função da adubação nitrogenada com e sem hidrogel. **Journal of Agronomic Sciences**, vol. 3, n. 1, p. 89-100, 2014.

PINTO, K. F. R.; LIMA, D. R. P.; LIMA, L. A.; BRAOS, L. B. Diferentes doses de fósforo e potássio para cultura do rabanete. **17º Jornada Científica e Tecnológica & 14º Simpósio de Pós-Graduação IF Sul de Minas**, 16(1), 2024.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Aspectos econômicos da adubação fosfatada para cultura do milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p. 617-621, 2001.

PRATES, F. B. S.; LUCAS, C. S. G.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; FERNANDES, L. A.; JUNIO, G. R. Z. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 207-213, 2012.

RODRIGUES, D. S.; ASSIS, F. A.; ASSIS, G. A.; CARVALHO, F. J.; MARAFELI, Érica A. M. Qualidade, desempenho fitotécnico e incidência de artrópodes em rabanete submetido ao silício e mulching. **Acta Iguazu**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 132–145, 2021. DOI: 10.48075/actaiguazu.v10i1.26801. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/26801>. Acesso em: 19 fev. 2026.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas, SP: **Embrapa Territorial**, 2010. 26 p.

SILVA, R. R.; DE SOUZA CARVALHO, P. H. M.; SILVA, J.; COSTA, W. R. S.; DE QUEIROZ, S. O. P.; DOS SANTOS, F. F. Produção de rabanete sob diferentes manejos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 13(4), 3588, 2019.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004.

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F.; BALIZA, D. P. **Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos**. Lavras: Editora UFV, 2006. (Arquivos do Instituto Biológico, v. 73, n. 4).

SOUZA, L. M. de C. **Ação de silicato e conservação pós-colheita em raízes de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**. 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TOLEDO, C. E.; FERNANDES, L. A.; NOGUEIRA, J. C. M.; MEDRANO, M. F. **Elevação do fósforo do solo pela aplicação de silicato de cálcio e magnésio, tendo como indicador a cultura do milho**. *Revista AgroTecnologia*, Anápolis, v. 14, n. 1, p. 8-15, 2023.

ZHANG, H. M.; LIANG, Z.; LI, Y.; CHEN, Z. X.; ZHANG, J. B.; CAI, Z. C.; ELSGAARD, L.; CHENG, Y.; VAN GROENIGEN, K. J.; ABALOS, D. Liming modifies greenhouse gas fluxes from soils: a meta-analysis of biological drivers. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 340, 108182, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108182>

6. APÊNDICE

Apêndice 1. Análise de variância para as variáveis biométricas e de produção de rabanete

Variável	FV	GL	QM	Fc	Pr > Fc
NF	Tratamentos	5	6.10	8.19	< 0.001
	Blocos	3	0.28	0.37	0.774
	Erro	15	0.74		
H	Tratamentos	5	81.53	14.72	< 0.001
	Blocos	3	6.98	1.26	0.324
	Erro	15	5.54		
D	Tratamentos	5	474.11	17.86	< 0.001
	Blocos	3	28.85	1.09	0.385
	Erro	15	26.55		
MFPA	Tratamentos	5	37.07	18.39	< 0.001
	Blocos	3	1.31	0.65	0.595
	Erro	15	2.02		
MSPA	Tratamentos	5	0.77	16.90	< 0.001
	Blocos	3	0.01	0.19	0.905
	Erro	15	0.05		
MFT	Tratamentos	5	200.20	65.46	< 0.001
	Blocos	3	1.33	0.44	0.731
	Erro	15	3.06		
MST	Tratamentos	5	1.24	14.33	< 0.001
	Blocos	3	0.08	0.92	0.455
	Erro	15	0.09		

NF = número de folhas; H = altura; D = diâmetro do tubérculo; MFPA = massa fresca da parte aérea; MSPA = massa seca da parte aérea; MFT = massa fresca do tubérculo; MST = massa seca do tubérculo; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; Fc = valor de F; Pr > Fc = nível de significância.