

Adubação foliar silicatada na cultura do rabanete

Valeria Pohlmann^{1*}; Alberto Eduardo Knies¹; Fernanda Ludwig²

¹ Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Campus em Cachoeira do Sul.

² Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Campus em Santa Cruz do Sul.

*valeriapohlmann@hotmail.com

Resumo: O silício (Si) é um elemento benéfico que vem sendo utilizado para melhorar questões nutricionais, sanitárias e estruturais das plantas. Entretanto, as informações sobre seus efeitos na cultura do rabanete são escassas. Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das doses de Si na produção e qualidade visual do rabanete. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições e seis doses de Si foliar (0,00; 0,03; 0,07; 0,10; 0,13; 0,17 g Si planta⁻¹). Os vasos com capacidade de 2 L foram preenchidos com Argissolo Vermelho distrófico, mantidos com irrigação automática. No final do ciclo as plantas foram avaliadas quanto ao comprimento da parte aérea e raízes, o número de folhas, o diâmetro do caule, a fitomassa fresca e seca da parte aérea, das raízes e raízes tuberosas, o número de raízes tuberosas comerciais e o diâmetro transversal e longitudinal da raiz tuberosa. Também foi avaliado através de escalas de notas a incidência de patógenos e danos mecânicos causados por insetos nas folhas. A produção e qualidade visual dos rabanetes não foram influenciadas pelas doses de Si aplicadas via foliar. Sugere-se novos estudos com diferentes doses, números de aplicações e épocas de avaliação.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*; silício; qualidade visual.

Silica leaf fertilization on radish culture

Abstract: Silicon (Si) is a beneficial element that has been used to improve nutritional, sanitary and structural issues of plants. However, information on its effects on radish culture is scarce. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of Si doses on the production and visual quality of the radish. The experiment was conducted in a greenhouse with a completely randomized block design with four replicates and six foliar Si doses (0.00, 0.03, 0.07, 0.10, 0.13, 0.17 g Si plant⁻¹). The vessels with 2 L capacity were filled with dystrophic Red Argisol, maintained with automatic irrigation. At the end of the cycle, the plants were evaluated for shoot length and roots, leaf number, stem diameter, fresh and dry shoot biomass, tuber roots and roots, number of commercial tuberous roots and transverse and longitudinal diameter of the tuberous root. It was also evaluated through scales of notes the incidence of pathogens and mechanical damage caused by insects in the leaves. The production and visual quality of the radishes were not influenced by the doses of Si applied via the leaf. We suggest new studies with different doses, application numbers and evaluation times.

Key words: *Raphanus sativus*; Silicon; Visual quality.

Introdução

O rabanete (*Raphanus sativus*) pertence à família das Brassicaceae e possui origem na região mediterrânea (RODRIGUES *et al.*, 2013). Sua raiz globular ou alongada de coloração vermelha com sabor picante possui inúmeros benefícios à saúde humana. Possuem isotiocianatos que induzem enzimas protetoras, é um expectorante natural e estimulante do sistema digestivo, rico em vitaminas A, B1, B2 e nos minerais potássio, cálcio, fósforo e enxofre (MINAMI e NETTO, 1997; CAMARGO *et al.*, 2007).

A produção de rabanete está se destacando entre os olericultores, por apresentar ciclo curto e rusticidade, com a colheita sendo realizada de 25 a 35 dias após a semeadura (FILGUEIRA, 2008). A cultura é produzida principalmente por pequenos e médios produtores

localizados, principalmente, no entorno das cidades (OLIVEIRA, 2010), não obstante, a produção ainda é pouco expressiva no Brasil (PULITI, 2009).

Devido ao seu rápido desenvolvimento, o rabanete requer altos níveis de fertilidade do solo, demandando grandes quantidades de nutrientes em um curto período de tempo. Em função disso, problemas nutricionais dificilmente podem ser corrigidos dentro do ciclo de cultivo (COUTINHO NETO *et al.*, 2010). Apesar de ser uma cultura com alta exigência nutricional, as pesquisas nesta área são escassas, principalmente com relação a adubação silicatada. Lima Filho (2005) relata que alguns problemas podem ser resolvidos com a suplementação de silício (Si), como os estresses nutricionais, pois o Si interage com outros elementos químicos, o que pode favorecer a nutrição vegetal.

Apesar do Si não ser considerado um elemento essencial para a maioria das plantas, ainda assim, algumas plantas acumulam este elemento em suas paredes celulares, através da deposição abaixo da cutícula das folhas formando uma dupla camada que diminui a transpiração, protege a planta contra o ataque dos patógenos e insetos, diminui sua elasticidade, contribui para a sua conformação aérea, podendo aumentar o rendimento das culturas e reduzir a toxicidade de metais pesados (MA *et al.*, 2001; ENEJI *et al.*, 2008; HUNT *et al.*, 2008; CUNHA e NASCIMENTO, 2009; SHEN *et al.*, 2010; TAIZ e ZEIGER, 2013; TEODORO *et al.*, 2015).

Essa ação benéfica do Si tem sido apontada para diversas culturas. Luz, Guimarães e Korndörfer (2006), em experimento com produção hidropônica de nove cultivares de alface em solução nutritiva com e sem Si, concluíram que o mesmo proporcionou menores problemas com anomalias fisiológicas do tipo queima dos bordos. Em estudo com rabanete, com aplicação foliar, a adubação resultou aumento em seu diâmetro vertical e massa fresca da raiz (LÉLES *et al.*, 2008). Em alface americana, a dose de 2,0 L ha⁻¹ de Si proporcionou maior rendimento (REZENDE, YURI, SOUZA, 2007). Marodin *et al.* (2011) em tomate, constataram que o Si promoveu melhorias das características químicas e qualitativas nos frutos. O Si também contribuiu em melhorias na cana-de-açúcar (KORNDÖRFER, PEREIRA, CAMARGO, 2002) e girassol (CARVALHO *et al.*, 2009).

Existe uma crescente preocupação com o uso excessivo de agrotóxicos e adubos sintéticos oriundos de fontes não renováveis e que prejudicam o meio ambiente. Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das doses de Si na produção e qualidade visual do rabanete.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação em Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, no período de dezembro de 2017 a janeiro de 2018. Utilizou-se a cultivar de rabanete Vip Crimson Seleção Especial, da Feltrin, com formato redondo de coloração vermelho brilhante. Foram semeadas três sementes por vaso fazendo-se desbaste aos 8 dias após semeadura (DAS), deixando-se uma planta por vaso.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições. Cada repetição correspondia a uma unidade experimental composta por um vaso com uma planta. As unidades experimentais foram conduzidas com aplicação foliar única de seis doses de Si: 0,00; 0,03; 0,07; 0,10; 0,13; 0,17 g Si planta⁻¹ quando as plantas apresentavam 2 folhas completamente expandidas. Como fonte de Si, utilizou-se o produto Potency com 68,1 % de Si, 6 % de cálcio, 5,7 % de fósforo, 5,2 % de potássio, 4,4 % de magnésio, 4 % de ferro, 2 % de molibdênio, 2 % de zinco e 1 % de cobalto. As concentrações dos demais nutrientes presentes no produto, aplicados nos tratamentos, foram corrigidas em cada parcela.

O substrato utilizado foi o Argissolo Vermelho distrófico, cujas características foram determinadas por análise química, apresentando 11 mg dm⁻³ de Si, 6,1 mg kg⁻¹ de P, 42 mg L⁻¹ de K, 0 cmol_c L⁻¹ de Al, 5,2 cmol_c L⁻¹ de Ca, 2,8 cmol_c L⁻¹ de Mg, 1,9 cmol_c L⁻¹ de H+Al, 9,9 cmol_c L⁻¹ de CTC pH7, 8,1 cmol_c L⁻¹ de CTC efetiva, 2,3 % de matéria orgânica, 28 % de argila, 6,3 de pH e 6,7 de SMP e corrigidas seguindo a recomendação do Manual de Adubação e Calagem (CQFS RS/SC, 2016). O solo foi retirado na camada 0-25 cm, seco ao ar, peneirado em malha de 5 cm e colocado em vasos do tipo garrafa pet com 2 L de capacidade, revestidos com tinta preta, o qual constituiu a parcela. A irrigação foi automática, comandada por arduino com sensores de umidade do solo. A tensão de comando foi definida a partir da curva de tensão da água no solo, utilizada por Knies (2010).

No final do ciclo aos 30 DAS, as plantas foram avaliadas quanto o comprimento da parte aérea da planta (utilizando o comprimento da maior folha), o comprimento das raízes, o número de folhas, o diâmetro do caule, a fitomassa fresca e seca da parte aérea, de raízes e de raízes tuberosas, o número de raízes tuberosas comerciais, sendo considerada comercial aquelas com diâmetro (pelo menos 2 cm de diâmetro) que não apresentasse rachadura, e o diâmetro transversal e longitudinal da raiz tuberosa. Também foi avaliado, através de escalas (Tabela 1), o estado de infecção por patógenos e danos mecânicos causados por insetos nas folhas (CAVASINI, 2017).

Tabela 1 – Escala de notas para avaliação de severidade de doenças e ataque de insetos nas plantas.

Nota	Características das manchas	Características dos danos mecânicos
6	Ausência de manchas	Ausência de danos
5	Manchas pequenas isoladas	Danos pequenos isolados
4	1/4 da área manchada	1/4 da área com danos
3	1/2 da área manchada	1/2 da área com danos
2	3/4 da área manchada	3/4 da área com danos
1	Área toda manchada	Área toda com danos

Fonte: Adaptado de Cavasini (2017).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA). Os efeitos das doses foram submetidos a análise de regressão testando os modelos lineares e quadráticos, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

As doses de Si não influenciaram significativamente a estrutura vegetativa da planta (Tabela 2) e a produção de raízes tuberosas (Tabela 3). Faria, Gomes e Silva (2013) em diferentes cultivares de rabanete com aplicação via solo, concluíram que as doses de Si também não apresentaram diferença significativa na produção das raízes tuberosas. Em outras hortícolas, como tomate (PEREIRA, VITTI e KORNDORFER, 2003), rúcula (GERRERO, BORGES e FERNANDES, 2011) e cenoura (LUDWIG, MAYER e SCHMITZ, 2015), o Si também não resultou em aumentos na produção. No entanto, em outro estudo, a aplicação foliar de 0,225 mL vaso⁻¹ de Quick Sol®, resultou em aumentos significativos nos parâmetros de produção, como maior diâmetro vertical e massa fresca da raiz tuberosa e nos parâmetros vegetativos como maior massa fresca e seca da parte aérea (LÉLES *et al.*, 2008).

Tabela 2 – Comprimentoda parte aérea (CPA), número de folhas por planta (NF), diâmetro do caule (DC), fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa fresca das raízes (FFR), fitomassa seca das raízes (FSR) e comprimento das raízes (CR) no final do ciclo do rabanete.

Dose g planta ⁻¹	Variável analisada							
	CPA cm	NF n°	DC cm	FFPA g	FSPA g	FFR g	FSR g	CR cm
0,00	15,88	8,25	0,75	12,00	1,12	2,25	1,29	14,88
0,03	15,13	7,00	0,70	10,25	0,85	1,50	1,02	13,25
0,07	15,75	7,25	1,40	10,25	1,10	2,25	1,32	12,75
0,10	15,13	7,50	0,75	11,25	1,18	1,75	0,98	18,88
0,13	13,63	6,75	0,63	8,25	0,80	1,75	0,80	13,5
0,17	15,13	7,75	0,80	11,25	1,08	2,00	1,02	16,75
Média	15,10	7,42	0,84	10,54	1,02	1,92	1,07	15,00
D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12,40	13,48	58,27	27,18	23,31	62,71	57,80	24,40

Teste F para as doses (D). ns: não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Fonte: Dados do próprio autor.

Tabela 3 – Número de raízes tuberosas comerciais (NRTC), diâmetro transversal das raízes tuberosas (DTRT), diâmetro longitudinal das raízes tuberosas (DLRT), fitomassa fresca das raízes tuberosas (FFRT) e fitomassa seca das raízes tuberosas (FSRT) e seus respectivos teores de umidade (TU) no final do ciclo do rabanete.

Dose g planta ⁻¹	Variável analisada					
	NRTC cm	DTRT cm	DLRT cm	FFRT g	FSRT g	TU %
0,00	0,75	2,78	5,00	18,00	1,29	92,16
0,03	0,25	2,55	4,90	14,75	1,00	92,89
0,07	0,25	2,88	4,98	22,00	1,55	91,86
0,10	0,75	2,95	4,90	20,00	1,62	91,79
0,13	0,25	3,03	4,03	18,00	1,24	93,38
0,17	0,75	2,93	5,33	20,00	1,45	92,59
Média	0,50	2,85	4,85	18,79	1,36	92,44
D	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	100,00	21,68	18,93	46,84	35,57	1,93

Teste F para as doses (D). ns: não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Fonte: Dados do próprio autor.

Na mesma pesquisa supracitada (LÉLES *et al.*, 2008), a aplicação foliar em rabanete do produto Quick Sol®, que possui 27 % de Si, a dose de 0,225 mL vaso⁻¹ de Quick Sol apresentou maior produção significativa, sendo cada parcela composta por 6 plantas. Portanto, a dose de Si aplicada foi de 0,01 mL planta⁻¹ de Si. No presente estudo, a dose de 0,07 g planta⁻¹, superior à do estudo mencionado, apresentou a maior média de fitomassa frescadas raízes tuberosas com 22 g, entretanto, não apresentou diferença significativa.

No presente estudo, as doses de Si foram aplicadas em dose única, enquanto Léles *et al.* (2008) realizaram duas aplicações. A aplicação única e as doses superiores que a do estudo em comparação, pode ter causado fitotoxicidade nas plantas. Foi observado que as plantas não absorveram completamente o soluto e algumas folhas não conseguiram suportar a diferença osmótica, resultando em murcho, prejudicando, por consequência, sua produção.

A fitotoxicidade pode ter sido causada pelos outros elementos químicos presentes no produto aplicado, pois o Si é considerado atenuante de toxidez, comprovado por diversos trabalhos, os quais o Si foi agente amenizante na fitotoxicidade de metais como alumínio, manganês, arsênio, cádmio e zinco (BAYLIS *et al.*, 1994; HAMMOND *et al.*, 1995; NEUMAN e NIEDEN, 2001; IWASAKI *et al.*, 2002; GUO *et al.*, 2005; LIANG *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2009).

Não houve diferença significativa do Si como indutor de resistência para doenças e pragas, mesmo havendo uma tendência de as maiores doses apresentarem menores quantidades de manchas nas folhas (Tabela 4). Esses dados destoam dos encontrados em outras pesquisas

que demonstram a eficiência do Si na proteção de doenças, como em melancia, reduzindo a severidade do crestamento gomoso (SANTOS *et al.*, 2010), em batata reduzindo a severidade da requeima e a incidência de canela-preta (SORATTO *et al.*, 2012) e em melão, controlando a mancha-aquosa (FERREIRA, 2009). Em tomateiro, o silicato de potássio reduziu a ocorrência de mancha bacteriana em condições de casa de vegetação e inibiu seu crescimento *in vitro* (ANJOS *et al.*, 2014)

Outros trabalhos demonstram o efeito positivo do Si como barreira ao ataque de pragas. Em batata o Si contribuiu para a redução das injúrias de *Diabrotica speciosa* e *Liriomyza* spp. e diminuiu a colonização pelo pulgão *Myzus persicae* (GOMES, MORAES e ASSIS, 2008; GOMES, MORAES e NERI, 2009). Em repolho, o Si interferiu na preferência alimentar, na mortalidade e na anatomia da mandíbula de lagartas de *Plutella xylostella* (FREITAS, JUNQUEIRA e FILHO, 2012). O Si pode ser usado como uma alternativa sustentável no manejo integrado de pragas e doenças. Para a cultura do rabanete, o efeito do Si nesses parâmetros não está elucidado, requerendo mais pesquisas com diferentes doses, números de aplicações e épocas de avaliação.

Tabela 4 – Escala de notas para manchas causadas por doenças e danos mecânicos causados por insetos.

Dose g planta ⁻¹	Variável analisada	
	Escala de Manchas Nota	Escala de danos mecânicos Nota
0,00	5	6
0,03	5	6
0,07	5	5
0,10	6	6
0,13	6	6
0,17	6	6
Média	5	6
D	ns	ns
CV (%)	11,88	7,55

Teste F para as doses (D). ns: não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Fonte: Dados do próprio autor.

Possivelmente, a ausência de efeito significativo para os parâmetros analisados em rabanete esteja relacionada por ser uma cultura não acumuladora de Si. Esta conclusão também foi encontrada em outras hortaliças como rúcula, da mesma família botânica (GUERRERO, BORGES e FERNANDES, 2011) e cenoura (LUDWIG, MAYER e SCHMITZ, 2015). Geralmente, plantas monocotiledôneas são consideradas acumuladoras e as dicotiledôneas não acumuladoras de Si (MA *et al.*, 2001). Outro fator pode ter sido o alto teor natural de Si no solo utilizado. Na literatura é apontado que para Latossolo Amarelo ácrico típico, a concentração de Si foi de 11,8 mg dm⁻³ (DOMICIANO *et al.*, 2010), para arroz de sequeiro, o nível crítico do Si no solo é de 9,8 mg dm⁻³ (KORNDÖRFER *et al.*, 1999).

Entretanto, Mauad *et al.* (2003) observaram teor de 5,9 mg dm⁻³ em Latossolo Vermelho distrófico. Deste modo, o presente Argissolo Vermelho distrófico com 11 mg dm⁻³ de Si, pode ser considerado um solo com alto teor natural, mascarando os possíveis resultados da aplicação foliar, pois mesmo as plantas conduzidas sem aplicação foliar de Si, poderiam retirar-lo do próprio substrato. Outra causa pode ser a aplicação parcelada, que pode resultar em efeitos significativos.

Conclusão

A produção e qualidade visual de rabanetes da cultivar “Vip Crimson Seleção Especial”, conduzidas em casa de vegetação, não foram influenciadas pelas doses de Si aplicadas via foliar.

Referências

- ANJOS, T. V.; TEBALDI, N. D.; MOTA, L. C. B. M.; COELHO, L. Fontes de silício no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 40, n. 4, p. 365-367, 2014.
- BAYLIS, A. D.; GRAGOPOULOU, C.; DAVIDSON, K. J.; BICHARLL, J. D. Effect of silicon on the toxicity of aluminium in soybean. **Communitions in Soil Science Plant Analysis**, London, v. 25, n. 5, p. 537-546, 1994.
- CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 179-205, 2007.
- CARVALHO, M. P.; JÚNIOR, L. A. Z. GROSSI, A. S.; BARBOSA, J. G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, 2009.
- CAVASINI, R. **Caracterização topográfica da epiderme de hortaliças folhosas e mistura gasosa de ozônio na qualidade de alface**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- COUTINHO NETO, A. M.; ORIOLI JÚNIOR, V.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. N. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. **Nucleus**, Ituverava, v. 7, n. 2, p. 105-114, 2010.
- CQFS-RS/SC – 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**. Rio Grande do Sul e Santa Catarina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 376 p.
- CUNHA, K. P. V.; NASCIMENTO, C. W. A. Silicon effects on metal tolerance and structural changes in Maize (*Zea mays* L.) grown on a cadmium and zinc enriched Soil. **Water Air Soil Pollut**, Ontario, v. 197, p. 323–330, 2009.

DOMICIANO, G. P.; RODRIGUES, F. A.; MOREIRA, W. R.; OLIVEIRA, H. V.; VALE, F. X. R.; FILHA, M. S. X. Silício no progresso da mancha marrom na folha bandeira do trigo. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 186-189, 2010.

ENEJI, A. E.; INANAGA, S.; MURANAKA, S. L. I. J.; HATTORI, T. A. N. P.; TSUJI, W. Growth and nutrient use in four grasses under drought stress as mediated by silicon fertilisers. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 31, n. 2, p. 355–365, 2008.

FARIA, L. M. V.; GOMES, M. B.; SILVA, T. R. Resposta morfológica do rabanete à aplicação de diferentes doses de silício na linha de semeadura. **Revista Eletrônica da Univar**, Barra do Garças, v. 2, n. 10, p. 121-128, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, H. A. **Silício no controle da mancha aquosa em meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Rural de Pernambuco, Recife.

FREITAS, L. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; FILHO, M. M. Potencial de uso do silício no manejo integrado da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, em plantas de repolho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 8-13, 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ASSIS, G. A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1209-1213, 2008.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, 2009.

GUERRERO, A. C.; BORGES, L. S.; FERNANDES, D. M. Efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 591-596, 2011.

GUO, W.; HOU, Y. L. WANG, S. G.; ZHU, Y. G. Effect of silicate on the growth and arsenate uptake by rice (*Oriza sativa* L.) seedlings in solution culture. **Plant Soil**, Crawley, v. 272, n. 1, p. 173-181, 2005.

HUNT, J. W.; DEAN, A. P.; WEBSTER, R. E.; JOHNSON, G. N.; ENNOS, A. R. A novel mechanism by which silica defends grasses against herbivory. **Annals of Botany**, Oxford, v. 102, p. 653–656, 2008.

HAMMOND, K. E.; EVANS, D. E.; HODSON, M. J. Aluminium/silicon interactions in barley (*Hordeum vulgare* L.) seedlings. **Plant Soil**, Crawley, v. 173, n. 1, p. 89-95, 1995.

IWASAKI, K.; MAIER, P.; FECHT, M.; HORST, W. J. Effects of silicon supply on apoplastic manganese concentrations in leaves and their relation to manganese tolerance in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Plant Soil**, Crawley, v. 238, n. 1, p. 281-288, 2002.

KNIES, A. E. **Temperatura e umidade de um solo franco arenoso cultivado com milho**. Santa Maria-RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

KORNDÖRFER, G. H.; LEPSCH, I. Effect os silicon on plant growth and yeld. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. **Silicon in agriculture**. Amsterdam: ELSEVIER, 1999, p. 26-30.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **STAB Açúcar e Álcool e Subproduto**, Piracicaba, v. 21, n. 1, p. 6-9, 2002.

LIANG, Y. C.; WONG, J. W. C.; WEI, L. Silicon-mediated enhancement of cadmium tolerance in maize (*Zea mays* L.) grown in cadmium contaminated soil. **Chemosphere**, Amsterdam, v. 58, n. 4, p. 475-483, 2005.

LIMA FILHO, O. F. **O silício é um fortificante e antiestressante natural das plantas**. 2005. Disponível em: <<http://silifertil.com.br/download-de-artigos/silicio02.pdf>>. Acesso em: 02. fev. 2018.

LÉLES, E.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BOAS, R. L.; GUERRINI, I.; CRUSCIOL, A. Adubação foliar com silício na cultura do rabanete. In...: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS-FERTBIO, 2008, Londrina. **Anais. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR, UEL, 2008. 265p.**

LUDWIG, F.; MAYER, R. H.; SCHMITZ, J. A. K. Silício via foliar na produção e qualidade da cenoura. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 8, n. 4, p. 373-383, 2015.

LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; KORNDÖRFER, G. H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 295-300, 2006.

MA, J. F.; MITAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for cropplant. In: Silicon in Agriculture. **Elsevier Science**, Amsterdam, v. 8, p. 17-39, 2001.

MARODIN, J. C. **Produtividade, qualidade físico-química e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro em função de fontes e doses de silício**. 2011. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C. A. C.; CORRÊA, J. C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 867-873, 2003.

MINAMI, K.; NETTO, J. T. **Rabanete**: cultura rápida, para temperaturas amenas e solos areno-argilosos. Piracicaba: ESALQ, 1997. 27 p.

NEUMANN, D.; NIEDEN, U. Silicon and metal tolerance of higher plants. **Phytochemistry**, Halle, v. 56, n. 7, p. 685-692, 2001.

OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; SOUZA, V. F. L.; FREIRE, A. L. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C.; KORNDORFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 101-108, 2003.

PINTO, S. I. C.; RAMOS, S. J.; ARAUJO, J. L.; FAQUIN, V.; NOVAIS, C. B.; SILVA, K.; NETO, A. E. F. Silício como amenizador da fitotoxicidade de zinco em plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* cultivadas em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1005-1014, 2009.

PULITI, J. P. M.; REIS, H. B.; PAULINO, H. D. M.; RIBEIRO, T. C. M.; TEIEIRA, M. Z.; CHAVES, A. S.; RIBEIRO, B. R.; MACIEIRA, G. A. A.; YURI, J. E. Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 3003-3008, 2009.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J. Épocas de plantio e doses de silício no rendimento de alface tipo americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 455-459, 2007.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C. P.; TEIXEIRA, A. G.; REIS, E. F.; HOTT, M. O. Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2121-2130, 2013.

SANTOS, G. R.; CASTRO NETO, M. D.; CARVALHO, A. R. S.; FIDELIS, R. R.; AFFÉRI, F. S. Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 266-272, 2010.

SHEN, X.; ZHOU, Y.; DUAN, L. ENEJI, A. E.; LI, J. Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. **Journal of Plant Physiology**, v. 167, n. 15, p. 1248-1252, 2010.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. N.; CRUSCIOL, C. A. C.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Produtividade, qualidade de tubérculos e incidência de doenças em batata, influenciados pela aplicação foliar de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 7, p. 1000-1006, 2012.

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

TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; OLIVEIRA, E. P.; CORRÊA, C. G. G.; TORRES, F. E. Acúmulo de massa seca na soja em resposta a aplicação foliar com silício sob condições de déficit hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 161-170, 2015.