

Qualidade, desempenho fitotécnico e incidência de artrópodes em rabanete submetido ao silício e *mulching*

Diego Silva Rodrigues¹, Franscinely Aparecida de Assis^{1*}, Gleice Aparecida de Assis², Fábio Janoni Carvalho³, Érica Alves Marques Marafeli⁴

¹ Centro Universitário de Goiatuba – UniCerrado, Goiatuba – GO, CEP:75600-000, Brasil.

² Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Campus Monte Carmelo, Monte Carmelo – MG, CEP: 38500-000, Brasil.

³ Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – Campus Uberaba – MG, CEP: 38064-790, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG, CEP: 37200-900, Brasil.

*Email autor correspondente: franscinelyassis@unicerrado.edu.br

Artigo enviado em 25/01/2021, aceito em 23/03/2021.

Resumo: O rabanete *Raphanus sativus* L. é uma hortaliça de ciclo curto e grande rusticidade. No entanto, o ataque de pragas e a variação da disponibilidade hídrica no solo são fatores que podem afetar a produtividade desta cultura. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do silício (Si) e do *mulching* na qualidade, desempenho fitotécnico e incidência de artrópodes em rabanete. Para isso foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 (adubação silicatada - 0 e 3 g L⁻¹ de SiO₂) x 2 (cobertura do solo - ausência e presença de *mulching*), com seis blocos. Verificou-se que o Si incrementou o número de folhas e reduziu a percentagem de desfolha. O aumento do diâmetro longitudinal das raízes foi obtido na ausência de *mulching* associada ao Si ou na presença de *mulching* sem Si. Quanto à produtividade, melhores resultados foram encontrados com *mulching* na ausência desse elemento. A redução do número total de insetos foi obtida na ausência de *mulching* associada ao Si ou com a presença da cobertura na ausência de Si. Conclui-se que o uso de 3 g L⁻¹ de Si ou a utilização do *mulching* contribuem para a melhoria do desempenho fitotécnico e redução do total de insetos fitófagos capturados, entretanto não incrementam a qualidade do rabanete.

Palavras-chave: Dióxido de silício, cobertura do solo com filme plástico, *Raphanus sativus* L.

Quality, phytotechnical performance and arthropod incidence in radish subjected to silicon and *mulching*

Abstract: The radish (*Raphanus sativus* L.) is a vegetable with a short cycle and great rusticity. However, the attack of pests and the variation in soil water availability are factors that can affect the yield. Thus, the aim of this research was to evaluate the effect of silicon (Si) and mulching on the quality, phytotechnique performance, and arthropods incidence in radish. A randomized block design was used in double factorial scheme (silicate fertilization - 0 and 3 g L⁻¹ of SiO₂; soil cover - absence and presence of mulching), with six blocks. It was found that Si increased the number of leaves and reduced the percentage of defoliation. The increase in the longitudinal diameter of the roots was obtained in the absence of mulching associated with Si or in the presence of mulching without Si. For the yield, we found higher productivities with mulching in the absence of this element. The reduction in the total number of insects was obtained in the

absence of mulching associated with Si or in the presence of mulching and absence of Si. It is concluded that the use of Si or the utilization of mulching contributes to the improvement of phytotechnique performance and reduction of total phytophagous insects captured, however, it does not increase the quality of the radish.

Keywords: silicon dioxide, soil cover with plastic film, *Raphanus sativus* L.

Introdução

As hortaliças, convencionais e não convencionais, são alimentos de grande importância para a saúde, pois apresentam elevado valor nutricional devido a sua composição em vitaminas, minerais, compostos fenólicos e carotenoides (Oliveira et al., 2019). Quando consumidos em quantidade adequada, esses alimentos têm potencial para reduzir o surgimento de doenças. Dessa forma, a busca por hábitos alimentares mais saudáveis tem elevado a demanda pelo consumo das hortaliças, principalmente orgânicas (Vieira e Couto, 2018).

No caso do rabanete (*Raphanus sativus* L.), Brassicaceae produzida em menor área quando comparada as demais hortaliças, a rusticidade da cultura e o ciclo curto, aproximadamente 30 dias, podem contribuir para maior lucratividade durante o período de consorciação com culturas de ciclo longo, oferecendo retorno financeiro mais rápido ao agricultor (Cardoso e Hiraki, 2001).

Embora se trate de uma cultura relativamente simples de ser produzida, fatores bióticos e abióticos devem ser levados em consideração para a obtenção de elevadas produtividades. Dentre os bióticos, tem-se o controle de insetos-praga sugadores e mastigadores que atacam a cultura (Hidalgo et al., 2018). Já os abióticos estão relacionados à disponibilidade hídrica no solo (Araújo et al., 2019), a fim de evitar distúrbios fisiológicos.

Em face desses problemas, a utilização de silício e o emprego da

cobertura plástica no solo (*mulching*) podem se constituir em alternativas promissoras para minimizar os efeitos bióticos e abióticos que comprometem a produção do rabanete. No que tange a utilização de silício, relatos demonstram seus efeitos benéficos em hortaliças tanto nos aspectos fitotécnicos e em pós-colheita, como incremento da altura das plantas e do diâmetro do caule de batateira (Assis et al., 2012) e melhoria da qualidade da couve-flor (Curvelo et al., 2019) e da alface (Lemos Neto et al., 2020); quanto nos atributos fitossanitários, como diminuição do número de injúrias causadas pela traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomate (Santos et al., 2013) e redução da infestação das lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho (Miranda et al., 2018).

Por outro lado, o *mulching* permite diminuir perdas de água por evaporação, reduzir a incidência de plantas daninhas (Assis et al., 2017), além de manter a umidade do solo favorável para as plantas, com resultados satisfatórios em várias culturas, como na alface por melhorar a sanidade das folhas, rendimento da massa fresca, diâmetro de cabeças comerciais e o número de folhas (Blind e Silva Filho, 2015). Ademais essa técnica pode conferir proteção às plantas contra infestações por insetos-praga por alterar a seleção hospedeira, pois a radiação ultravioleta que incide sobre o *mulching* pode repelir os insetos (Barbosa et al., 2017).

Os benefícios advindos do uso do *mulching* se tornam particularmente

importantes para a cultura do rabanete, já que a quantidade e a qualidade das raízes produzidas podem ser afetadas tanto pelo excesso quanto pelo déficit hídrico, em função dos distúrbios fisiológicos, já que esta hortaliça é sensível a variações de água disponível no solo (Cunha et al., 2017; Azevedo e Saad, 2012).

Com base nas informações apresentadas, acredita-se que a adubação silicatada e/ou o uso do *mulching* poderão contribuir para o desenvolvimento e proteção de *R. sativus*, o que denota a relevância da presente pesquisa. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do silício e do *mulching* na qualidade, desempenho fitotécnico e incidência de artrópodes em rabanete.

Material e métodos

O ensaio foi conduzido em área experimental do Centro Universitário de

Goiatuba (UniCerrado), no município de Goiatuba, localizado no Sul do Estado de Goiás (Latitude 27° 48' 17" S, Longitude 50° 19' 30" W e Altitude de 815 m), no período de janeiro a abril de 2020. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw caracterizado como tropical úmido, sendo úmido no verão e seco no inverno (Amaral et al., 2016).

Aos sessenta dias antes da semeadura, a caracterização química e física do solo foi realizada mediante amostragem em ziguezague na profundidade de 0-20 cm do solo, Latossolo Vermelho Distrófico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018), para coleta de 20 amostras simples, com auxílio de balde plástico com capacidade de 10 L e enxadão. Posteriormente, a amostra composta foi encaminhada para o laboratório, conforme resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental na camada de 0-20 cm, Goiatuba, Goiás, 2020

M. O. g kg ⁻¹	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	S mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³						
					Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	
38,9	5,8	5,3	4,7	27,4	2,4	1,1	0,0	3,7	3,6	7,2	
% de Saturação					Relação entre nutrientes						
Al	Ca	Mg	K	Bases	Ca/Mg	Ca/K	Mg/k				
0,0	33,1	15,2	1,0	49,3	2	34	16				
mg dm ⁻³					Areia	Silte	Argila				
B	Cu	Fe	Mn	Zn	%	%	%				
0,6	0,5	74	3,5	1,2	45	11	44				

Foram construídos seis canteiros manualmente com enxada, distribuídos em duas fileiras, sendo cada uma composta por três canteiros. Estes apresentaram 0,20 m de altura, 1,2 m de largura e 2,8 m de comprimento, sendo adotado o espaçamento de 0,30 m entre linhas x 0,10 m entre plantas, e

espaçamento de 1,0 m entre as fileiras dos canteiros. Cada canteiro foi composto de quatro linhas de 2,8 m de comprimento, considerando-se apenas as duas centrais como úteis, deixando-se as duas linhas da extremidade como bordadura.

Em função da análise química do solo, foi aplicado o equivalente a 2,8 t ha⁻¹ de calcário com 80% de Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) a 20 cm de profundidade, visando elevar a saturação por bases a 80%. A adubação de plantio foi realizada com a aplicação de 20 kg de N ha⁻¹, 180 kg de K₂O ha⁻¹ e 360 kg de P₂O₅ ha⁻¹, utilizando-se, respectivamente, ureia (45% de N), cloreto de potássio (KCl - 60% de K₂O e 48% de Cl) e fosfato monoamônico (MAP) (NH₄H₂PO₄ - 48% de P₂O₅ e 9% de N), sendo as recomendações para a cultura adaptadas de acordo com Minami e Tessarioli Netto (1997).

Trinta dias após a correção e adubação do solo foi realizada a semeadura manual do rabanete com a cultivar 'Crimson Gigante' (Topseed Garden®, AGRISTAR do Brasil Ltda., Santo Antônio de Posse, SP, Brasil) a 2 cm de profundidade, sendo colocadas duas sementes por cova. O desbaste foi realizado sete dias após a emergência, sendo mantida apenas uma plântula por cova. A irrigação foi realizada mediante

instalação de sistema por aspersão entre as duas fileiras de canteiros. O controle das plantas daninhas ao longo do ciclo da cultura foi realizado com capina manual.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois níveis de adubação silicatada (0 e 3 g L⁻¹ de SiO₂) e duas coberturas do solo (ausência e presença de *mulching*). Os tratamentos foram: T1 - 0 g L⁻¹ de SiO₂ e ausência de *mulching*; T2 - 0 g L⁻¹ de SiO₂ e presença de *mulching*; T3 - 3 g L⁻¹ de SiO₂ e ausência de *mulching*; T4 - 3 g L⁻¹ de SiO₂ e presença de *mulching*. Os quatro tratamentos foram distribuídos em seis blocos (canteiros), perfazendo um total de 24 parcelas experimentais (Figura 1A e B), consideradas úteis seis plantas por parcela, para avaliação dos aspectos fitotécnicos, injúrias causadas por insetos e quantificação de artrópodes (fitófagos e predadores), e três plantas úteis por parcela para avaliação da qualidade (teor de sólidos solúveis). Cada parcela apresentou 0,84 m² de área total e 0,18 m² de área útil.

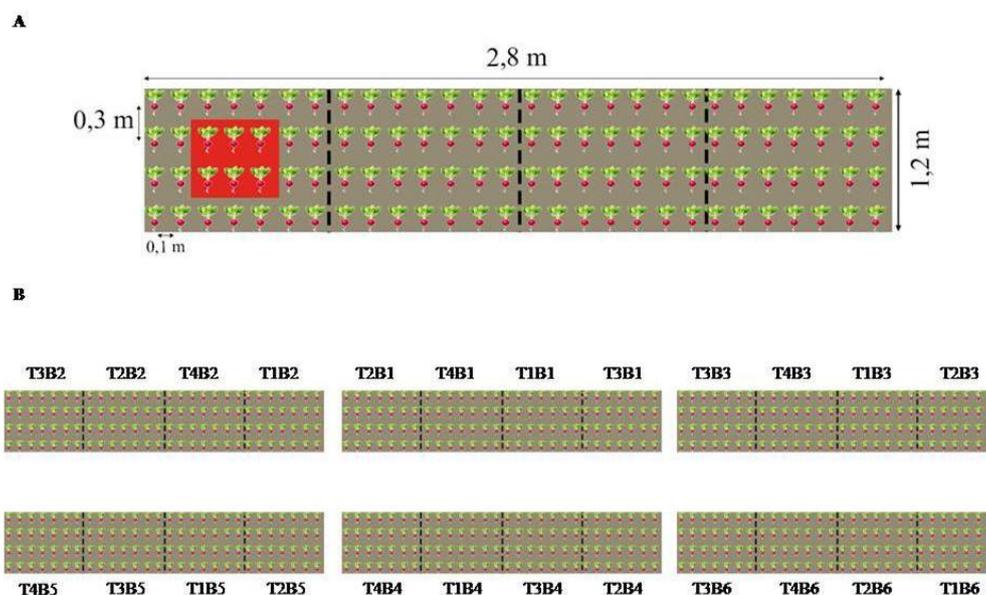


Figura 1. Dimensões do canteiro (A) e croqui da disposição dos tratamentos na área experimental (B), Goiatuba, Goiás, 2020.

A primeira aplicação de silício e a instalação do *mulching* foram realizadas sete dias após a emergência das plântulas. Os tratamentos com silício, utilizando-se como fonte o AgriSil® (Agrobiológica Soluções Naturais, Leme, SP, Brasil) com 98% de SiO₂, foram aplicados semanalmente, via foliar, totalizando-se cinco pulverizações ao longo do ciclo da cultura. Para aplicação foi utilizado um pulverizador plástico manual de compressão prévia de 2L (Tramontina®). Para a cobertura do solo, foi utilizado o *mulching* plástico (polietileno) dupla face prata/preto, com 1,4 m de largura e 40 micras de espessura.

A determinação dos parâmetros fitotécnicos, das injúrias causadas por insetos e da qualidade do rabanete foram realizados sete dias após a última aplicação de silício e 35 dias após a semeadura das plantas. As características fitotécnicas analisadas foram: altura da planta (cm), número de folhas, diâmetro longitudinal e transversal das raízes (cm), massa fresca da parte aérea e da raiz (g) e produtividade (t ha⁻¹).

Para determinação da altura foi utilizada régua milimetrada e para avaliação dos diâmetros longitudinal e transversal da raiz foi empregado paquímetro digital (KALA® modelo 877654). Já as massas frescas foram obtidas mediante uso de balança.

Quanto às injúrias causadas por insetos, foram contabilizadas as folhas com desfolhas e a porcentagem de desfolha. No que diz respeito à qualidade, o teor de sólidos solúveis foi determinado por meio de uma gota do suco extraído das raízes com auxílio do refratômetro manual (0-32% BRUX, Lorben® modelo GT427), com compensação automática de temperatura (ATC), sendo os resultados expressos em porcentagem (%) ou °Brix (Adaptado de Maia et al., 2011).

Por outro lado, a avaliação dos artrópodes foi realizada mediante infestação natural. Para isso, o monitoramento foi realizado semanalmente, três dias após cada pulverização com silício, totalizando-se quatro avaliações ao longo do ciclo da cultura.

A densidade dos artrópodes fitófagos e predadores foi analisada no período vespertino, as 17:00 h, por meio da batida das plantas em bandeja plástica branca, com 20 cm de largura, 30 cm de comprimento e 6 cm de altura, nas seis plantas úteis de cada parcela para cada tratamento (Sousa et al., 2020). Os exemplares coletados foram levados ao laboratório e os insetos identificados nas categorias taxonômicas de ordem, família, gênero e, alguns exemplares, espécie. Já para as aranhas foi atribuída somente a classe.

Os dados obtidos relativos aos parâmetros fitotécnicos, as injúrias causadas pelos insetos e a qualidade do rabanete foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar® (Ferreira, 2011).

Já para os dados de contagem dos artrópodes, foi ajustado um Modelo Linear Generalizado (MLG) com distribuição binomial negativa e função de ligação log. A significância dos fatores foi verificada pelo teste de Qui-Quadrado ($X^2 < 0,05$) utilizando a análise de *deviance* (ANODEV). As médias estimadas pelo modelo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, empregando-se o software estatístico R, versão 3.5.0 (R Core Team, 2018).

Resultados e discussão

Mediante a análise de variância (Tabela 2) foi possível verificar que houve efeito significativo dos fatores em

estudo (silício e silício x *mulching*) para alguns parâmetros. Dessa forma, observou-se efeito isolado do silício para as variáveis número de folhas e percentual de desfolhas, não sendo observado efeito isolado do *mulching*

para nenhuma das características avaliadas. Por outro lado, a interação silício e *mulching* foi significativa para o diâmetro longitudinal da raiz e para produtividade.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das características fitotécnicas, injúrias causadas por insetos-praga e parâmetro de qualidade em rabanete (*Raphanus sativus* L.), Cultivar Crimson Gigante, em função do uso do silício (Si) e/ou *mulching*. Goiatuba, Goiás, 2020

Quadrado médio						
FV	GL	ALT	NF	NFD	PD	DLR
Si	1	1,9352 ^{ns}	2,2411*	1,4181 ^{ns}	548,0079*	0,1488 ^{ns}
<i>Mulching</i>	1	2,3120 ^{ns}	0,5600 ^{ns}	0,0105 ^{ns}	218,2800 ^{ns}	0,1933 ^{ns}
Si* <i>Mulching</i>	1	2,8808 ^{ns}	0,5606 ^{ns}	1,4181 ^{ns}	20,2750 ^{ns}	0,6875*
Bloco	5	39,1838	1,1405	0,7990	162,5207	0,1920
Resíduo	15	4,6692	0,2352	0,4774	83,4627	0,1027
Total	23	-	-	-	-	-
CV (%)	-	12,88	8,39	21,31	16,59	7,88
FV	GL	DTR	MFPA	MFR	SS	PROD
Si	1	2,6235 ^{ns}	27,4489 ^{ns}	47,6952 ^{ns}	0,7117 ^{ns}	5,2995 ^{ns}
<i>Mulching</i>	1	13,262 ^{ns}	16,1153 ^{ns}	302,2243 ^{ns}	0,0361 ^{ns}	33,5802 ^{ns}
Si* <i>Mulching</i>	1	8,8270 ^{ns}	41,7827 ^{ns}	455,0104 ^{ns}	0,0149 ^{ns}	50,5563*
Bloco	5	6,5108	106,9293	218,7038	0,3903	24,3003
Resíduo	15	4,4305	16,7778	100,9829	0,4831	11,2203
Total	23	-	-	-	-	-
CV (%)	-	38,35	20,81	24,24	24,95	24,24

FV - fontes de variação; GL - graus de liberdade; ALT - altura; NF - número de folhas; NFD - número de folhas com desfolhas; PD - porcentagem de desfolha; DLR - diâmetro longitudinal da raiz; DTR - diâmetro transversal da raiz; MFPA - massa fresca da parte aérea; MFR - massa fresca da raiz; SS - sólidos solúveis e PROD - produtividade. ns - não significativo pelo teste F ($p > 0,05$) *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Em relação ao efeito isolado do silício, verificou-se que a adubação silicatada na concentração de 3 g L⁻¹ influenciou positivamente na obtenção

de maior número de folhas e redução da porcentagem de desfolha provocada por insetos mastigadores, em comparação à ausência deste elemento (Tabela 3).

Tabela 3. Número de folhas (NF) e porcentagem de desfolha (PD) em rabanete (*Raphanus sativus* L.), Cultivar Crimson Gigante, em função do uso do silício. Goiatuba, Goiás, 2020

Silício (g L ⁻¹)	NF	PD (%)
0	5,47 b	59,85 a
3	6,08 a	50,29 b
Teste F	9,528	6,566
Valor <i>p</i>	0,0075	0,0217

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com base nos resultados obtidos constata-se que o silício favorece a fisiologia do rabanete, uma vez que um maior número de folhas possivelmente poderá contribuir para o incremento da atividade fotossintética das plantas, embora esta variável resposta não tenha sido objeto do presente estudo. Também foi possível verificar que a utilização do silício aumentou a proteção das plantas ao ataque de insetos-praga de hábito mastigador, em função da redução da percentagem de desfolha, atuando como indutor de resistência a estresses de natureza biótica (Assis et al., 2012).

Os resultados encontrados na presente pesquisa corroboram com os relatados por Nunes et al. (2019) onde a suplementação de plantas de tomateiro com 50 mL L⁻¹ de silicato de potássio (Silica®) via foliar também favoreceu o incremento do número de folhas (15 folhas) desta solanácea. Maior incremento para esta variável (7,76 folhas) também foi mencionada em coentro, cultivar Português Pacífico, cultivado em sistema hidropônico com

56 mg L⁻¹ de silicato de potássio (Sili-K com 171g L⁻¹ de Si e 174 g L⁻¹ de potássio solúveis em água) em solução nutritiva em comparação a dose 0 mg L⁻¹ (7,36 folhas) (Nakata et al., 2010).

Quanto a percentagem de desfolha, os resultados encontrados na presente pesquisa assemelham-se aos de Assis et al. (2012) no qual as aplicações com produtos a base de ácido silícico (1%) ou terra diatomácea (1,15%) contribuíram para redução do número de folíolos com furos em batateira.

No que diz respeito à interação entre o silício e *mulching*, a mesma foi significativa para o diâmetro longitudinal da raiz e produtividade (Tabela 4). Quanto ao diâmetro, na ausência de cobertura plástica, houve incremento deste parâmetro fitotécnico na concentração de 3 g L⁻¹ de silício, em relação à ausência desse elemento. Contudo, com o uso do *mulching* não foram constatadas diferenças significativas mediante o uso (3 g L⁻¹) ou não (0 g L⁻¹) do silício.

Tabela 4. Diâmetro longitudinal da raiz (cm) e produtividade (t ha⁻¹) de rabanete (*Raphanus sativus* L.), Cultivar Crimson Gigante, em função do uso do silício e/ou do *mulching*. Goiatuba, Goiás, 2020

Diâmetro longitudinal da raiz		
	Silício	
<i>Mulching</i>	0 g L ⁻¹	3 g L ⁻¹
Ausência	3,73 bB	4,23 aA
Presença	4,25 aA	4,07 aA
Produtividade		
	Silício	
<i>Mulching</i>	0 g L ⁻¹	3 g L ⁻¹
Ausência	10,71 aB	14,55 aA
Presença	15,98 aA	14,02 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na ausência de silício, observou-se que o maior diâmetro longitudinal das raízes foi obtido com a utilização do *mulching*. Já na concentração de 3 g L⁻¹

não foram detectadas diferenças significativas na ausência ou presença do *mulching* (Tabela 4). De forma semelhante ao que foi observado na

presente pesquisa, em rabanete Crimson Gigante, a cobertura do solo com *mulching* conferiu maior diâmetro da raiz (4,96 cm) em relação ao solo sem cobertura (4,32 cm) e com cobertura de palha de arroz (4,44 cm) (Araújo et al., 2019).

Quanto ao silício, Pohlmann et al. (2019) não obtiveram diferença significativa no diâmetro longitudinal das raízes de rabanete “Vip Crimson Seleção Especial”, aplicando doses de 0,00; 0,03; 0,07; 0,10; 0,13; 0,17 g Si planta⁻¹ utilizando-se o produto Potency® (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).

É possível observar que o uso do *mulching* sem silício (0 g L⁻¹) foi responsável por elevar a produtividade desta Brassicaceae em 5,27 t ha⁻¹ em comparação a ausência de cobertura plástica. Todavia, na concentração de 3 g L⁻¹ de silício, não houve diferença significativa entre o tratamento com e sem cobertura (Tabela 4). Com relação ao desdobramento do silício em cada cobertura, nota-se que não houve

diferença entre a aplicação ou não desse elemento na produtividade.

O incremento de produtividade do rabanete atribuído ao uso do *mulching* pode ser explicado pela ausência de competição com plantas daninhas, manutenção da umidade favorável ao desenvolvimento das plantas e, possivelmente, pelas reduções das flutuações das temperaturas diárias (Kosterna, 2014). Esse aumento de produtividade verificado com a implementação dessa tecnologia já foi relatada em outras hortaliças, tais como a alface (Meneses et al., 2016).

Embora o efeito isolado do silício e do silício associado ao *mulching* tenham contribuído para o incremento dos parâmetros relatados acima, o mesmo não foi observado no que se refere à altura, número de folhas com desfolha, diâmetro transversal da raiz, massa fresca da parte aérea e da raiz, e teor de sólidos solúveis. Para essas variáveis não foi constatado efeito significativo tanto para o silício quanto para o *mulching*, de maneira isolada ou associada, sendo as médias encontradas de, respectivamente, 16,78 cm; 3,24; 5,49 cm; 19,68 g; 41,45 g e 2,79 °brix (Tabela 5).

Tabela 5. Altura (ALT), número de folhas com desfolha (NFD), diâmetro transversal das raízes (DTR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR) e sólidos solúveis (SS) de rabanete (*Raphanus sativus* L.), Cultivar Crimson Gigante, em função do uso do silício e/ou *mulching*. Goiatuba, Goiás, 2020

Silício (g L ⁻¹)	<i>Mulching</i>	ALT (cm) ^{ns}	NFD ^{ns}	DTR (cm) ^{ns}	MFPA (g) ^{ns}	MFR (g) ^{ns}	SS (°brix) ^{ns}
0	Ausência	15,84	3,22	4,47	16,47	32,14	2,68
0	Presença	17,15	3,75	7,17	20,75	47,94	2,55
3	Ausência	17,10	3,22	5,02	21,25	43,67	2,97
3	Presença	17,02	2,78	5,29	20,25	42,05	2,94
Médias	-	16,78	3,24	5,49	19,68	41,45	2,79

^{ns} – Não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos com as variáveis mencionadas acima confirmam os relatados por Pohlmann et al. (2019) em que as aplicações foliares de silício

nas doses de 0,00; 0,03; 0,07; 0,10; 0,13; 0,17 g Si planta⁻¹, mediante o uso de Potency®, na cultura do rabanete não influenciaram no diâmetro transversal

da raiz tuberosa, na fitomassa fresca das raízes e da parte aérea e no comprimento da parte aérea. Em rúcula, as doses de 0,075; 0,150; 0,225 e 0,300 mL vaso⁻¹ de silicato de sódio (com 272 g kg⁻¹ de SiO₂) não foram eficientes para incrementar a altura, a fitomassa fresca total e o peso específico da folha desta hortaliça (Guerrero et al., 2011). Quanto ao teor de sólidos solúveis, em morangueiro as doses de silício (100, 200, 300 e 400 g L⁻¹) aplicadas com o emprego de Agrisil® (98 % de SiO₂) não foram efetivas para elevar o teor de sólidos solúveis nesta hortaliça (Kowal et al., 2020).

No que diz respeito ao uso de *mulching*, muitas pesquisas relatam a falta de resultados satisfatórios para atributos de qualidade em várias hortaliças. Em morangueiro, a cobertura do solo com acícula de pinus ou filme de polietileno preto não proporcionaram

efeito significativo na elevação do teor de sólidos solúveis (Fagherazzi et al., 2017), sendo a ausência de eficiência também relatada para esta característica em meloeiro submetido aos *mulching* dupla face (preto-preto, preto-branco e preto-prata) (Paes et al., 2014).

Com relação aos artrópodes pragas e predadores verificou-se que não houve efeito significativo, tanto isolado quanto na interação, dos fatores silício e *mulching* na incidência de tripes *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910) (Thysanoptera: Thripidae), das vaquinhas *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Colaspis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) e de predadores de insetos, como as aranhas (Classe Arachnida), sendo encontradas as densidades médias de, respectivamente, 3,14; 4,77; 1,08 e 2,32 (Tabela 6).

Tabela 6. Artrópodes praga e predadores na cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.), Cultivar Crimson Gigante, em função do uso do silício (Si) e/ou *mulching*. Goiatuba, Goiás, 2020

Si (g L ⁻¹)	<i>Mulching</i>	Tripes ^{ns}	Vaquinha ^{ns} (<i>Diabrotica speciosa</i>)	Vaquinha ^{ns} (<i>Colaspis</i> sp.)	Aranhas ^{ns}
0	Ausência	2,51±0,64	5,10±0,92	1,12±0,43	2,16±0,60
0	Presença	3,30±0,73	3,62±0,77	0,48±0,28	3,16±0,72
3	Ausência	2,83±0,68	4,94±0,90	1,60±0,51	1,99±0,58
3	Presença	3,93±0,80	5,43±0,95	1,12±0,43	1,99±0,58

^{ns} - Não significativo pelo teste de Qui-Quadrado ($p > 0,05$).

Apesar de não ter havido diferença significativa entre os fatores em estudo quanto a incidência desses artrópodes, os insetos observados na presente pesquisa foram relatados por Hidalgo et al. (2018). Os tripes são conhecidos por serem insetos raspadores-sugadores, as vaquinhas por apresentarem hábitos mastigadores e as aranhas por serem predadoras de insetos. Ainda que não tenha havido diferenças quanto à ocorrência desses organismos no cultivo, verificou-se que

o uso do silício contribuiu para reduzir a porcentagem de desfolha ocasionada pelas vaquinhas *D. speciosa* e *Colaspis* sp., conforme relatado anteriormente, conferindo proteção as plantas.

De forma semelhante ao observado na presente pesquisa, em rabanete, Cultivar Saxa, a pulverização com concentrações de terra diatomácea (0, 1, 2, 3 e 4%), composto à base de 86,7% de SiO₂, também não foram eficientes para reduzir a infestação por insetos raspadores-sugadores como o

tripes (*F. schultzei*) e sugadores, tais como o pulgão-verde *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) e a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Sousa et al., 2020).

Embora se trate de plantas da família Solanaceae, Gomes e Castro (2017) também relataram que a utilização de silício na dose de 2 mL (Sílica®) não foi eficiente para reduzir a entomofauna, como mosca-branca *B. tabaci*, pulgão *M. persicae* e vaquinha *D. speciosa*, associada ao tomateiro, pois a maioria dos insetos presentes na área eram sugadores e que a maior eficiência no controle de pragas com o uso do silício ocorre em insetos mastigadores (Mendes et al., 2001).

No aspecto que tange a utilização do *mulching*, alguns relatos literários demonstram que, em uma mesma cultura, diferentes cores da cobertura plástica podem atuar de forma distinta no comportamento dos insetos, pois enquanto os plásticos de polietileno nas colorações preto, vermelho e cinza não alteraram as populações de tripes (*F.*

schultzei) em tomateiro, a cor branca foi responsável por elevar a incidência deste inseto-praga, sendo somente a prata recomendada para o manejo do tripes nesta solanácea (Barbosa et al., 2017), eficiência esta que não foi constatada na presente pesquisa com rabanete.

Já para a incidência do curuquerê-da-couve *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819) (Lepidoptera: Pieridae) e para o total de insetos-praga houve interação significativa entre silício e *mulching*. Observou-se que a ausência de cobertura plástica e pulverização semanal das plantas com 3 g L⁻¹ de silício contribui para reduzir a incidência do curuquerê-da-couve (2,61±0,65) em mais de quatro vezes em comparação as plantas que não receberam a aplicação deste elemento (10,77±1,33). Por outro lado, com o uso do *mulching* não houve diferença significativa na incidência das lagartas em função da aplicação das doses 0 g L⁻¹ (9,79±1,27) e 3 g L⁻¹ (13,22±1,48) de silício (Tabela 7).

Tabela 7. Incidência do curuquerê-da-couve *Ascia monuste orseis* e do total de insetos-praga em rabanete (*Raphanus sativus* L.), Cultivar Crimson Gigante, em função do uso do silício e do *mulching*. Goiatuba, Goiás, 2020

Curuquerê-da-couve		
Silício		
<i>Mulching</i>	0 g L ⁻¹	3 g L ⁻¹
Ausência	10,77±1,33 aA	2,61±0,65 bB
Presença	9,79±1,27 aA	13,22±1,48 aA
Total de insetos		
Silício		
<i>Mulching</i>	0 g L ⁻¹	3 g L ⁻¹
Ausência	20,0±1,83 aA	12,3±1,43 bB
Presença	17,7±1,72 bA	24,3±2,01 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A redução da densidade populacional do curuquerê em função da aplicação de silício é muito importante, uma vez que esse inseto apresenta

grande capacidade para redução da área foliar das plantas. Também foi constatado que o emprego desse elemento tem o potencial de reduzir o

percentual de desfolha. Assim, pode-se deduzir que provavelmente houve a produção de compostos de defesa bioquímicos, tais como a lignina que promovem o enrijecimento dos tecidos vegetais, dificultando a alimentação dos herbívoros (Fawer et al., 1998).

Na dose 0 g L⁻¹ de silício não houve diferença na incidência do curuquerê-da-couve na ausência (10,77±1,33) ou presença (9,79±1,27) do *mulching*, entretanto com a aplicação de 3 g L⁻¹ de silício constatou-se menor incidência desse inseto-praga na ausência dessa cobertura (2,61±0,65) em relação à presença (13,22±1,48) do *mulching* (Tabela 7).

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com os de Miranda et al. (2018), no qual as nove pulverizações de Sil-K® (10% de Si e 12% de K₂O), equivalente a 0,274 kg de Si por hectare, realizadas ao longo da segunda época de plantio (agosto a novembro) do repolho reduziram a infestação pelas lagartas de *P. xylostella*.

Quanto ao total dos insetos avaliados na área de cultivo verificou-se que a ausência do *mulching* aliada à pulverização de 3 g L⁻¹ de silício nas plantas reduziu em 1,6 vezes o número de insetos-praga na área (12,3±1,43), tais como tripes, vaquinhas (*D. speciosa* e *Colaspis* sp.) e curuquerê-da-couve, em comparação a ausência de aplicação de silício (20,0±1,83). No entanto, na presença da cobertura plástica, foi constatado menor número de insetos nas parcelas não tratadas com silício (17,7±1,72) em relação àquelas que foram pulverizadas com esse elemento na dose de 3 g L⁻¹ (24,3±2,01) (Tabela 7).

O fato do *mulching* dupla face prata/preto ter contribuído para redução do total de insetos capturados em rabanete também já foi documentado em Cucurbitaceae, pois em pepino os filmes plásticos de coloração branca ou prata dificultaram a

colonização das plantas por pulgões, tripes e moscas-brancas devido a superfície refletora de raios ultravioletas (Michereff Filho et al., 2012). Em tomateiro, somente o *mulching* de cor prata foi efetivo na redução de tripes (*F. schultzei*), constituindo-se em alternativa viável para o manejo dessa praga na área de cultivo (Barbosa et al., 2017).

Quanto ao desdobramento, é importante salientar que na dose de 0 g L⁻¹ de silício, a ausência (20,0±1,83) ou presença (17,7±1,72) da cobertura plástica não influenciaram no total de insetos-praga coletados na área. Por outro lado, a aplicação de 3 g L⁻¹ de silício associada à ausência de cobertura no solo reduziu pela metade o total de insetos-praga na área (12,3±1,43) em comparação ao uso do *mulching* (24,3±2,01) (Tabela 7).

De modo semelhante, na cultura do repolho, a pulverização isolada do silício (Sifol® - 12% de Si) ou associada a inseticidas químicos (deltametrina) ou biológicos (*Bacillus thuringiensis*) foi responsável por reduzir tanto a incidência das lagartas por planta quanto o número de perfurações causadas por *P. xylostella*, configurando a melhor estratégia para controle da praga (Telles et al., 2019).

Os resultados favoráveis obtidos no presente trabalho mediante o uso do silício no que diz respeito ao aumento do número de folhas, do diâmetro longitudinal da raiz, da redução da porcentagem de desfolha, da incidência do curuquerê da couve e do total de insetos na área de cultivo, demonstram o potencial de uso que esse elemento apresenta em prol de uma agricultura mais sustentável, principalmente pelo mesmo poder ser usado na agricultura orgânica. Neste contexto, o cultivo de hortaliças de ciclo curto mediante a suplementação com silício poderá contribuir para a obtenção de um

alimento seguro, livre de resíduos de agrotóxicos e com as características agronômicas desejáveis tanto ao produtor quanto ao consumidor.

Quanto à contribuição do *mulching*, notou-se que essa tecnologia incrementa o diâmetro longitudinal do rabanete, a produtividade e reduz o total de insetos na área de cultivo, vantagens essas que podem ser obtidas mediante a implementação dessa técnica em outras culturas anuais de ciclo curto, a exemplo do rabanete.

Conclusão

O uso de 3 g L⁻¹ de silício ou a utilização do *mulching* contribuem para a melhoria do desempenho fitotécnico e redução do total de insetos fitófagos capturados, entretanto não incrementam a qualidade do rabanete.

Referências

- AMARAL, U., CARVALHO, S. L., SILVA, I. B., SANTOS, V. M., SANTOS, M. G. Emergência de plântulas de Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) em função do tempo de armazenamento. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.3, n.2, p.72-77, 2016.
- ARAÚJO, F. M. L., RODRIGUES, A. M. G., FERNANDES, C. N. V., SOBREIRA, A. E. A., ALVES, J. L. S., SILVA, A. R. A. Cultivo de rabanete sob diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.13, n.2, p.3327-3335, 2019.
- ASSIS, F. A., MORAES, J. C., SILVEIRA, L. C. P., FRANÇOZO, J., NASCIMENTO, A. M., ANTUNES, C. S. Inducers of resistance in potato and its effects on defoliators and predatory insects. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v.38, n.1, p.30-34, 2012.
- ASSIS, G. A., ALVARENGA, C. B., SANTOS, R. A., SANTOS, L. C., VALOTO, B., ZAMPIROLI, R., REZENDE, M. A. A., MARTINS, W. E. R., LANGONI, J. A., LEÃO, T. V. M., PIRES, P. S., GALLET, D. S., CUNHA, B. A., NAVES, G. A. A. *Mulching* em cafeeiros: tecnologia reduz custos advindos do manejo com plantas daninhas. **Revista Plasticultura**, Campinas, v.11, n.57, 20-21, 2017.
- AZEVEDO, L. P., SAAD, J. C. C. Uso de dois espaçamentos entre gotejadores na mesma linha lateral e seus efeitos sobre a formação do bulbo molhado no solo e parâmetros físicos de rabanete. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.2, p.148 – 167, 2012.
- BARBOSA, E. C. V., PAPA, G., MELO, W. L. B., JORGE, L. A. C., SILVA, H. R., ROMERO, C. W. S. Radiometria na avaliação da eficiência da reflexão do ultravioleta por diferentes *mulching* no controle do tripses-do-tomateiro, *Frankliniella schultzei* (Trybom). In: **Anais.....XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, 18, 2017, Santos – SP, 2017.
- BLIND, A. D., SILVA FILHO, D. F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem *mulching* em período chuvoso da Amazônia, **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, v.9, n.2, p.143-151, 2015.
- 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**, Brasília, v.19, n.3, p. 196-199, 2001.
- CUNHA, F. F., CASTRO, M. A., GODOY, A. R., MAGALHÃES, F. F., LEAL, A. J. F. Irrigação de cultivares de rabanete em diferentes épocas de cultivo no Nordeste Sul-Mato-Grossense. **Irriga**, Botucatu, v.22, n.3, p.530-546, 2017.

- CURVELO, C. R. S., FERNANDES, E. F., DINIZ, L. H. B., PEREIRA, A. I. A. Desempenho agronômico da couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) em função da adubação silicatada. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.6, n.1, p. 87-91, 2019.
- FAGHERAZZI, A. F., RICHTER, A.; FAGHERAZZI, M., MAGRO, M., MEYER, G., RUFATO, L. Desempenho produtivo e qualitativo de morangueiros submetidos a dois tipos de *mulching*. **Revista da 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega Urcamp** Bagé, v.14, n.14, 2017.
- FAWER, A., ABOU-ZAID, M., MENZIES, J.G., BÉLANGER, R.R. Silicon mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. **Phytopathology**, Ithaca, v.88, n.5, p. 396-401, 1998.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- GOMES, S. K. S., CASTRO, M. T. Monitoramento de insetos em plantio de tomate com adubação silicatada. **Biodiversidade**, Rondonópolis, v.16, n.3, p. 60-67, 2017.
- 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.
- HIDALGO, G. F., ANJOS, L. V. S., FREITAS, P. G. N., CARDOSO, A. I. I. Cultivo de rabanete pelo Brasil afora. **Revista Campo & Negócios (Hortifruti)**, Uberlândia, p.75-81, 2018.
- KOSTERNA, E. Soil mulching with straw in broccoli cultivation for early harvest. **Journal of Ecological Engineering**, Lublin, v.15, n.2, p. 100–107, 2014.
- KOWAL, A. N., WURZ, D. A., FAGHERAZZI, A. F., SANTOS, G., LEITE, L. M. Efeito da aplicação foliar de silício nos aspectos produtivos e qualitativos de frutos de morangueiro. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v.6, n.2, p. 144-149, 2020.
- LEMONS NETO, H. S., GUIMARÃES, M. A., SAMPAIO, I. M. G., RABELO, J. S., VIANA, C. S., MESQUITA, R. O. Can silicon (Si) influence growth, physiology and postharvest quality of lettuce? **Australian Journal Of Crop Science**, v.14, n.1, p. 71-77, 2020.
- MAIA, P. M. E., AROUCHA, E. M. M., SILVA, O. M. P., SILVA, R. C. P., OLIVEIRA, F. A. Desenvolvimento e qualidade do rabanete sob diferentes fontes de potássio. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n.1, p. 148 – 153, 2011.
- MENDES, L. S., SOUZA, C. H. E., MACHADO, V. J. Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, n.2, p. 25-63, 2011.
- MENESES, N. B., MOREIRA, M. A., SOUZA, I. M., BIANCHINI, F. G. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@ambiente, On-line**, Boa Vista, v.10, n.2, p. 123 – 129, 2016.
- MICHEREFF FILHO M., MOURA, A. P., GUIMARÃES, J. A., REYES C. P., CARVALHO, A. D. F, AMARO, G. B., LOPES, J. F., LIZ, R. S. Recomendações técnicas para o controle de pragas do pepino, CIRCULAR TÉCNICA 109, EMBRAPA, Brasília, 1-14, 2012.
- MINAMI, K, TESSAROLLI NETTO, J. **Rabanete: cultura rápida, para**

temperaturas amenas e solos areno-argilosos. Piracicaba, ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação (Série Produtor Rural nº4), 1997, 27p.

MIRANDA, P. S., SANTOS, J. R. E., MORAES, T. R., MALUF, R. P. Efeito do silício no cultivo e pós-colheita do repolho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.13, n.2, p. 30-35, 2018.

NAKATA, B. A., DONEGÁ, M. A., CAMPAGNOL, R., MELLO, S. C. Relação K:Ca e aplicação de silício na solução nutritiva para o cultivo hidropônico de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, S3897-S3906, 2010.

NUNES, A. M. C., NUNES, L. R. L., RODRIGUES, A. J. O., UCHÔA, K. S. A. Silício na tolerância ao estresse hídrico em tomateiro. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.21, n.2, p. 239-258, 2019.

OLIVEIRA, H. A. B., ANUNCIACÃO, P. C., SILVA, B. P., SOUZA, A. M. N., PINHEIRO, S. S., DELLA LUCIA, C. M., CARDOSO, L. M., CASTRO, L. C. V., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Nutritional value of non-conventional vegetables prepared by family farmers in rural communities. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.49, n.8, e20180918, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782019000800900>. Acesso em 4 Fev. 2020.

PAES, R. A., GRANJEIRO, L.C., NUNES, G.H.S., SILVA, R. A., DANTAS, M. M. S. M. Cultivo de melão com agrotêxtil combinado com *mulching* plástico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, S1549 – S1556, 2014.

POHLMANN, V., KNIES, A. E., LUDWIG, F. Adubação foliar silicatada na cultura do rabanete. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v.12, n.2, p. 224-234, 2019.

R Core Team. (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.r-project.org>

SANTOS, M. C., JUNQUEIRA, A. M. R., FREITAS, L. M. Efeito do silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro em plantas para processamento. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.3, n.2, p.19-24, 2013.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAÚJO FILHO, J. C., OLIVEIRA, J. B., CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356p.

SOUZA, R. R. P., ASSIS, F. A., ASSIS, G. A., CARVALHO, F. J., FERNANDES, M. I. S. Parâmetros fitotécnicos e entomofauna associada ao rabanete submetido à aplicação de terra diatomácea. **Scientia Rural**, Ponta Grossa, v.1, p.1-13, 2020.

TELLES, C. C., FREITAS, L. M., JUNQUEIRA, A. M. R., MENDONÇA, R. S. Silicon application as an auxiliary method to control diamondback moth in cabbage plants. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p. 390-394, 2019.

VIEIRA, L., COUTO, Y. L. R. Perfil dos Consumidores de Hortaliças Orgânicas no Distrito Federal. **Cogitare**, Curitiba, v.1, n.1, p.63-77, 2018.