

Silício na caracterização dos frutos e na incidência de insetos-praga em physalis
Silicon in fruit characterization and insect pests incidence of cape gooseberry
El silicio en la caracterización de frutos y en la incidencia de insectos plaga en uchuva

Recebido: 20/09/2020 | Revisado: 26/09/2020 | Aceito: 04/10/2020 | Publicado: 05/10/2020

Matheus da Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2304-4439>

Centro Universitário de Goiatuba, Brasil

E-mail: matheus.sil.va2011@hotmail.com

Franscinely Aparecida de Assis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9996-3805>

Centro Universitário de Goiatuba, Brasil

E-mail: franscinelyassis@unicerrado.edu.br

Gleice Aparecida de Assis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0239-1474>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: gleice@ufu.br

Fábio Janoni Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0327-1821>

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: fabiojanoni@iftm.edu.br

Filipe Almendagna Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2433-4374>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: filipealmendagna@yahoo.com.br

Érica Alves Marques Marafeli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1382-5012>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: ericagroeng@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do silício nas características físicas e química dos frutos e na incidência de insetos-praga em *Physalis peruviana*. O experimento foi

realizado em delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos sendo T1- testemunha (ausência de silício); T2- Agrisil® (8 g L⁻¹ de SiO₂) e T3- Insecto® (40 g L⁻¹ de SiO₂ derivado de terra diatomácea), com 14 blocos para análises entomológicas e 10 blocos para caracterização dos frutos. O silício promoveu incremento no diâmetro longitudinal (40 g L⁻¹ de SiO₂) e transversal (8 g L⁻¹ ou 40 g L⁻¹ de SiO₂) dos frutos com cálice, e também no diâmetro transversal sem cálice (8 g L⁻¹ de SiO₂). Em contrapartida, não foram constatados efeitos significativos entre as fontes de silício e a testemunha para o diâmetro longitudinal sem cálice e teor de sólidos solúveis. Quanto à entomofauna, não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à incidência de ninfas de mosca-branca, cigarrinha verde e o coleóptero (sp. 1). Por outro lado, o silício (8 g L⁻¹ ou 40 g L⁻¹ de SiO₂) promoveu menor incidência da fase adulta da mosca-branca, provavelmente devido a não preferência dessa fase do inseto pelas plantas tratadas com silício. Assim, conclui-se que a adubação foliar silicatada contribui para o incremento das características físicas dos frutos e reduz a incidência dos adultos de mosca-branca em *P. peruviana*.

Palavras-chave: Dióxido de silício; Insecta; *Physalis peruviana*.

Abstract

This research aimed to evaluate the effect of silicon on the physical and chemical fruit traits and the incidence of pest insects in *Physalis peruviana*. The experiment was carried out in a randomized block design, with three treatments: T1- control (absence of silicon); T2- Agrisil® (8 g L⁻¹ of SiO₂) and T3- Insecto® (40 g L⁻¹ of SiO₂ derived from diatomaceous earth), with 14 blocks for entomological analysis and 10 blocks for the fruit traits. The silicon promoted an increase in the longitudinal (40 g L⁻¹ of SiO₂) and transverse (8 g L⁻¹ or 40 g L⁻¹ of SiO₂) fruit with chalice diameter, and also in the transverse diameter without chalice (8 g L⁻¹ of SiO₂). On the other hand, no significant effects were found between silicon sources and the control for the longitudinal diameter without chalice and soluble solids content. For the entomofauna, there was no significant difference between treatments regarding the incidence of whitefly nymphs, green leafhopper and coleoptera (sp. 1). However, silicon (8 g L⁻¹ or 40 g L⁻¹ of SiO₂) promoted a lower incidence of the adult stage of the whitefly, probably due to the non-preference of this stage of the insect by plants treated with silicon. Thus, it is concluded that the silicate leaf fertilization contributes to the increase of the fruit physical characteristics and reduces the incidence of whitefly adults in *P. peruviana*.

Keywords: Silicon dioxide; Insecta; *Physalis peruviana*.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del silicio sobre las características físicas y químicas de los frutos y sobre la incidencia de plagas de insectos en *Physalis peruviana*. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar, siendo tres tratamientos el control T1- (ausencia de silicio); T2- Agrisil® (8 g L⁻¹ de SiO₂) y T3- Insecto® (40 g L⁻¹ de SiO₂ derivado de tierra de diatomeas), con 14 bloques para análisis entomológico y 10 bloques para caracterización de frutos. El silicio promovió un aumento en los diámetros longitudinal (40 g L⁻¹ de SiO₂) y transversal (8 g L⁻¹ o 40 g L⁻¹ de SiO₂) de los frutos con copa, y también en el diámetro transversal sin copa (8 g L⁻¹ de SiO₂). Por otro lado, no se encontraron efectos significativos entre las fuentes de silicio y el control del diámetro longitudinal sin contenido de cáliz y sólidos solubles. En cuanto a la entomofauna, no hubo diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a la incidencia de mosca blanca, ninfas saltahojas y coleópteros (sp. 1). Por otro lado, el silicio (8 g L⁻¹ o 40 g L⁻¹ de SiO₂) promovió una menor incidencia del estadio adulto de la mosca blanca, probablemente debido a la no preferencia de este estadio del insecto por las plantas tratadas con silicio. Así, se concluye que la fertilización foliar con silicio contribuye al aumento de las características físicas de los frutos y reduce la incidencia de adultos de mosca blanca en *P. peruviana*.

Palabras clave: Dióxido de silicio; Insecta; *Physalis peruviana*.

1. Introdução

O cultivo de pequenas frutas como amora-preta, morango, mirtilo e framboesa vem despertando o interesse dos produtores que visam diversificar a produção. Dentre estas frutíferas destaca-se a *physalis*, uma solanácea originária de países andinos na América do Sul (Antunes & Hoffmann, 2012; Muniz et al., 2015), que apresenta expressiva relevância econômica por ser comercializada como fruto exótico (Muniz et al., 2014).

A Colômbia é o principal país produtor desta frutífera, cuja espécie *Physalis peruviana* é a mais conhecida do gênero. No Brasil, a maior popularidade desta espécie ocorre na região Centro-Sul, o que incentiva a exploração e o cultivo nas demais regiões do país (Muniz et al., 2014).

Embora o cultivo seja recente no Brasil, essa frutífera apresenta significativa aceitação pelos consumidores em função de suas propriedades nutracêuticas e possibilidade de usos múltiplos (Fischer et al., 2014), o que motiva programas de melhoramento genético na busca

por acessos de maior rendimento e qualidade dos frutos (Trevisani et al., 2017; Santana et al., 2020).

Para os agricultores familiares, o cultivo de *physalis* também constitui-se em boa alternativa para obtenção de renda, já que é possível alcançar alta produtividade mediante baixo custo de implantação (Muniz et al., 2014). Todavia, um dos fatores que podem comprometer a produção e alterar as características físicas e a qualidade dos frutos é o ataque de pragas, como insetos pertencentes às ordens Hemiptera e Lepidoptera (Rufato et al., 2008; Afsah, 2015), o que faz com que o controle deva ser realizado de forma eficiente a fim de evitar quedas acentuadas na produtividade.

O principal agravante mediante a ocorrência dessas pragas é a ausência de produtos fitossanitários registrados para a cultura junto ao Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Neste contexto, é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas que busquem medidas alternativas para o manejo de pragas, aliado a estratégias que possam promover incremento nos aspectos relacionados ao crescimento vegetal, qualidade dos frutos e, conseqüentemente, na produtividade da *physalis*.

Neste contexto, relatos literários demonstram o potencial que o silício apresenta em promover a elevação no desempenho fitotécnico e na qualidade de solanáceas, em função do aumento da altura e do diâmetro do caule em plantas de batateira (*Solanum tuberosum* L.) (Assis et al., 2012), incremento no tamanho dos frutos e do teor de sólidos solúveis (°brix) em berinjela (*Solanum melongena* L.) (Abrantes, 2014), além de induzir resistência ao ataque de insetos, conferindo redução do número de injúrias provocadas por desfolhadores em folíolos de batateira (Assis et al., 2012) e diminuição do número de minas causadas por *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) (Santos et al., 2013).

Os efeitos benéficos da adubação silicatada ocorrem devido ao acúmulo deste elemento nas paredes celulares dos órgãos de transpiração, favorecendo a formação de dupla camada sílica-cutícula (Ma & Yamaji, 2006), em algumas poáceas, que promove a redução da transpiração das plantas, além de atuar como barreira mecânica para mastigação de insetos, decorrente do endurecimento da parede das células vegetais (Almeida et al., 2015; Freitas et al., 2012), causando desgaste mandibular.

Este elemento também favorece o melhor arranjo das folhas, tornando-as mais eretas, o que contribui para o aumento da capacidade fotossintética, além de melhorar a interceptação de luz nas plantas (Barbosa Filho et al., 2001), o que incrementa a qualidade dos frutos, já que os mesmos são fortemente influenciados pela intensidade luminosa (Ferreira et al., 2006).

Mediante o exposto, o incentivo a adoção da adubação silicatada é norteada pela disponibilidade de fontes desse elemento, tais como silicatos de cálcio (Barbosa Filho et al., 2001) e de potássio (Abrantes, 2014), terra diatomácea (Sousa et al., 2020), pó composto por corpos fossilizados de algas unicelulares denominadas diatomáceas que contém percentagens variadas de dióxido de silício (Round et al., 1990), dentre outros, sendo muitas delas liberadas para uso em cultivo orgânico (Brasil, 2014).

No que diz respeito à utilização de silício em *physalis* é importante salientar que explorações desse elemento tem sido realizadas quanto aos aspectos fisiológicos, anatômicos e de crescimento dessa frutífera tanto em laboratório, mediante cultivo *in vitro* (Rezende et al., 2018), quanto em casa de vegetação (Souza, 2015), contudo investigações devem ser realizadas nos aspectos que tangem a ação do silício no incremento das características dos frutos, aliado ao efeito protetor das plantas submetidas a fatores bióticos estressantes, fato que denota a relevância e originalidade da presente pesquisa.

Sendo assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do silício nas características físicas e química dos frutos e na incidência de insetos-praga em *P. peruviana*.

2. Metodologia

O experimento foi realizado na área experimental do Centro Universitário de Goiatuba - UniCerrado, em Goiatuba (Latitude 27° 48' 17" S, Longitude 50° 19' 30" W e Altitude de 815 m), Sul de Goiás, no período de janeiro a junho 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).

A caracterização química e física do solo foi realizada aos 60 dias antes do transplântio das mudas mediante amostragem em zig-zague na profundidade de 0-20 cm do solo, Latossolo Vermelho Distrófico, 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 Curitiba Laboratório Agropecuário, em Bom Jesus de Goiás, Goiás, 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.	pH	P	S	K	cmol _c dm ⁻³					
					Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC
g kg ⁻¹	CaCl ₂	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³						
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		

Fonte: Curitiba Laboratório Agropecuário, Bom Jesus de Goiás, Goiás.

Para condução da pesquisa foi instalada uma estrutura com tela de polipropileno (sombrite) com 50% de sombreamento (2 m de altura, 2 m de largura e 3 m de comprimento). Para produção das mudas de *P. peruviana* foi utilizada bandeja de isopor com 128 células, preenchida com substrato comercial (Colina Verde[®]) (Catiguá, São Paulo, Brasil). No dia 10 de janeiro de 2020 foi semeada em cada uma das células uma semente de physalis (HGPTM Sementes) (Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil). Em seguida, a bandeja foi mantida sobre bancada no interior da área com sombrite e as plântulas irrigadas diariamente com pulverizador manual com capacidade para 500 mL, visando suprir as necessidades hídricas. Quarenta dias após a semeadura (modificada de Rodrigues et al., 2014) foi realizada a seleção das mudas mais vigorosas para posterior transplântio.

Para o transplântio das mudas foram utilizados vasos de polietileno contendo 5 kg de solo (Latossolo Vermelho Distrófico) peneirado da camada de 0-20 cm de profundidade. Conforme resultados da análise química do solo, as correções e adubações foram realizadas com base na cultura do tomateiro, seguindo metodologia adotada por Buffon et al. (2020), haja vista que não há recomendações específicas para physalis. Cinco dias após a correção, foi transplântada uma muda de physalis por vaso, no dia 20 de fevereiro de 2020, quando as plantas apresentavam duas folhas verdadeiras.

Posteriormente, os vasos foram dispostos no interior da área com sombrite, permitindo a infestação natural por insetos-praga, e as plantas irrigadas diariamente com auxílio de

regador com capacidade para 5L a fim de suprir suas necessidades hídricas. Dezesete dias após o transplântio, as plantas foram tutoradas com estacas de bambu de 1,20 m de altura e amarradas com barbante.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos, sendo T1- testemunha (ausência de silício); T2- Agrisil[®] (8 g L⁻¹ de SiO₂) e T3- Insecto[®] (40 g L⁻¹ de SiO₂ derivado de terra diatomácea), com 14 blocos para as análises entomológicas e 10 blocos para caracterização física e química dos frutos.

O Agrisil[®] (Agrobiológica Soluções Naturais, Leme, São Paulo, Brasil - 98% de SiO₂) e o Insecto[®] (Agrocontinental Com. Repres. Ltda., Poá, Rio Grande do Sul, Brasil, terra diatomácea com 86,7% de SiO₂) foram pulverizados nas plantas até o escorrimento utilizando-se pulverizador manual Strong[®] de pressão acumulada com capacidade para 1,5 L.

As aplicações foliares foram iniciadas treze dias após o transplântio das mudas com frequência semanal, totalizando-se nove pulverizações. As mesmas foram finalizadas no início da colheita dos frutos, que ocorreu em 10 de maio de 2020 quando o cálice apresentava coloração amarela (Lima et al., 2009) e a cultura estava com 110 dias de condução (modificada de Rodrigues et al., 2014). Não foram realizadas podas, desponte, desbrote, raleio dos frutos (Lima et al., 2012) e tratamento fitossanitário na cultura.

Dez dias após a última pulverização das plantas com as fontes de silício, foram selecionados 10 frutos por vaso sem talo para a avaliação das características físicas (diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, com e sem cálice, em milímetros) e química (teor de sólidos solúveis, medido em °Brix). Para determinação dos diâmetros foi utilizado paquímetro digital (KALA[®] modelo 877654). Já para avaliação da qualidade, o teor de sólidos solúveis foi determinado por meio da abertura dos frutos e extração de uma gota do suco que foi colocado diretamente no refratômetro manual (0-32% BRUX, Lorben[®] modelo GT427), com compensação automática de temperatura (ATC).

A densidade dos insetos-praga (mastigadores e sugadores) foi determinada no período vespertino, as 10:00 h (modificado de Vieira Junior et al., 2015), por meio da inspeção visual das plantas e posterior contagem e eliminação dos insetos capturados. As contagens foram realizadas semanalmente, seis dias após a pulverização com as fontes de silício. Os exemplares coletados foram levados ao laboratório e, quando possível, identificados nas categorias taxonômicas de ordem, família, gênero e, alguns exemplares, espécie.

O método utilizado na presente pesquisa foi o quantitativo (Pereira et al., 2018). Os dados relativos à caracterização dos frutos 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 insetos-praga foi ajustado o 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 1% de probabilidade, empregando-se o software estatístico R, versão 3.5.0 (R Core Team, 2018).

3. Resultados e Discussão

Em função da análise de variância (Tabela 2) foi possível verificar diferença significativa entre os tratamentos para diâmetro longitudinal e transversal dos frutos com cálice, e também para diâmetro transversal sem cálice. Em contrapartida, para as variáveis diâmetro longitudinal sem cálice e teor de sólidos solúveis não foram constatados efeitos significativos entre as fontes de silício testadas e a testemunha.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das características físicas e química dos frutos de *Physalis peruviana* submetidos a fontes de silício. Goiatuba, Goiás, 2020.

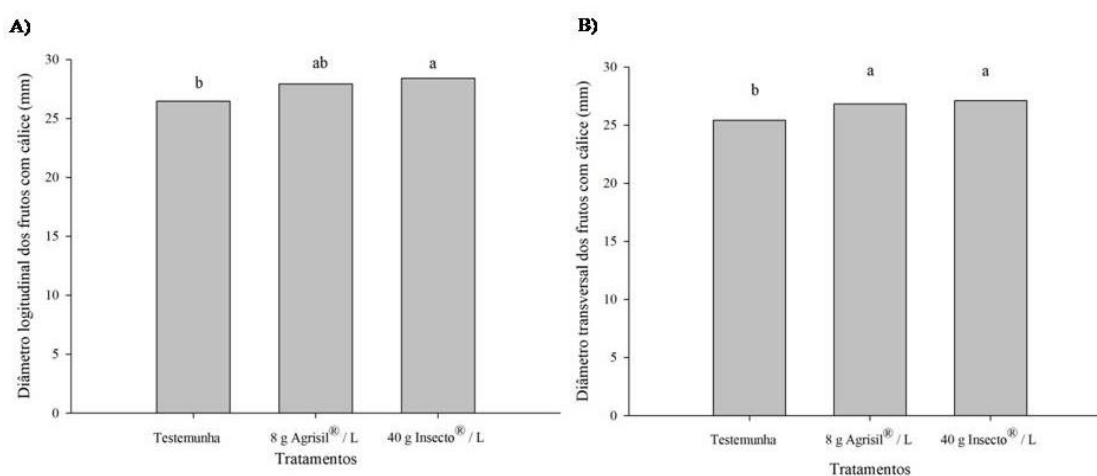
Quadrado médio						
FV	GL	DLCC	DTCC	DLSC	DTSC	SS
Tratamentos	2	10,3847*	8,3357*	0,6669 ^{ns}	0,7375*	0,1921 ^{ns}
Bloco	9	3,6395	1,9055	0,5550	0,4433	0,5850
Resíduo	18	1,8659	0,8891	0,1770	0,1913	0,3318
Total	29	-	-	-	-	-
CV(%)	-	4,95	3,56	2,57	2,74	3,81

FV – fontes de variação; GL – graus de liberdade; DLCC - diâmetro longitudinal com cálice (mm); DTCC - diâmetro transversal com cálice (mm); DLSC - diâmetro longitudinal sem cálice (mm); DTSC - diâmetro transversal sem cálice (mm); SS - sólidos solúveis (°Brix); ns – não significativo pelo teste F ($p>0,05$); *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No que diz respeito ao diâmetro longitudinal dos frutos com cálice, melhores resultados foram obtidos com a pulverização das plantas com 40 g L⁻¹ de SiO₂ em comparação a testemunha (0 g L⁻¹ de SiO₂) (Figura 1A). Quanto ao diâmetro transversal dos frutos com cálice, verificou-se que tanto a concentração de 8 g L⁻¹ de SiO₂ quanto de 40 g L⁻¹ de SiO₂ contribuíram igualmente para o incremento dessa característica física, sendo superiores em relação as plantas que não receberam a suplementação com esse elemento (Figura 1B).

Figura 1. Diâmetro longitudinal (A) e transversal (B) dos frutos de *Physalis peruviana* com cálice submetido a fontes de silício. Goiatuba, Goiás, 2020.



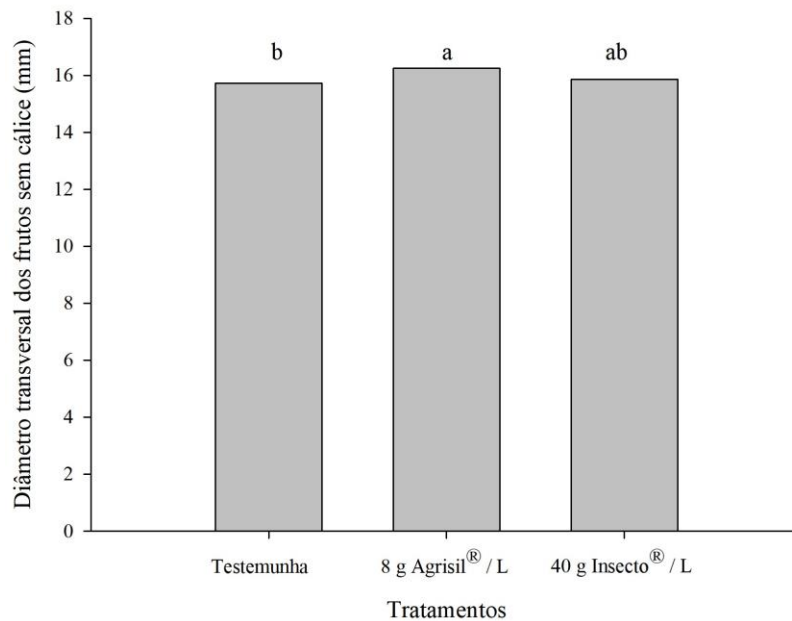
Fonte: Elaborado pelos autores.

Embora se trate de outra Solanaceae, os resultados encontrados na presente pesquisa assemelham-se aos relatados por Abrantes (2014) que observou efeito significativo na interação entre as menores doses de nitrogênio (uréia) e a aplicação foliar de silicato de potássio (Quimifol Silício® - 10 % de Si + 8,3 % de K), de forma linear, para o incremento do diâmetro longitudinal da berinjela. Para o diâmetro transversal houve comportamento quadrático com tendência crescente, sendo verificado que a aplicação de silício proporcionou frutos com maior valor para essa característica na dose de 307 mg dm⁻³ de nitrogênio.

Em pimentão *Capsicum annuum* L., híbrido Magali R, a suplementação das plantas mediante a pulverização com silicato de potássio líquido (K₂SiO₃ – 12,2% de Si e 15% de óxido de potássio) na concentração de 8,6 Kg ha⁻¹ de Si contribuiu para o aumento do diâmetro do fruto em comparação com a concentração de 4,3 Kg ha⁻¹ de Si na quarta colheita (Cantuário, 2012).

No que tange o diâmetro transversal dos frutos sem cálice foi possível verificar que as plantas pulverizadas com 8 g L⁻¹ de SiO₂ favoreceram o aumento desta variável em relação a testemunha (Figura 2). O valor do diâmetro obtido nesta concentração de silício (16,25 mm) permite com que os frutos sejam classificados como de calibre B, segundo a Norma Técnica Colombiana (NTC 4580), por apresentar entre 15,1 a 18 mm (Icontec, 1999).

Figura 2. Diâmetro transversal dos frutos de *Physalis peruviana* sem cálice submetido a fontes de silício. Goiatuba, Goiás, 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para diâmetro longitudinal dos frutos sem cálice e teor de sólidos solúveis, sendo os valores médios obtidos de, respectivamente, 16,37 mm e 15,13 °Brix (Tabela 3).

Tabela 3. Diâmetro longitudinal sem cálice (DLSC) e sólidos solúveis (SS) de frutos de physalis (*Physalis peruviana*) submetidos a fontes de silício. Goiatuba, Goiás, 2020.

Tratamentos	DLSC	SS
(g L ⁻¹ de SiO ₂)	(mm) ^{ns}	(°Brix) ^{ns}
0	16,07	14,97
8	16,55	15,20
40	16,48	15,21
CV(%)	2,57	3,81

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

A ausência de respostas quanto a adubação foliar silicatada com Agrisil[®] (98% de SiO₂) nas doses de 100, 200, 300 e 400 g do ingrediente ativo Si/100 L de água em comparação com a testemunha (sem aplicação de silício) em morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne), Cultivar Pirquinque, Rosaceae classificada como pequena fruta, também foi observada para o teor de sólidos solúveis, sendo obtido valor médio de 8 °Brix, o que demonstra que os resultados obtidos na presente pesquisa assemelham-se aos relatados por Kowal et al. (2020).

Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre as fontes de silício e a testemunha para o teor de sólidos solúveis, a média obtida na presente pesquisa é exatamente o valor mínimo exigido (15,1°Brix) para a comercialização de frutos de physalis destinada tanto ao consumo *in natura* quanto ao processamento, segundo a Norma Técnica Colombiana (NTC 4580) em função da coloração alaranjada intensa do fruto (Icontec, 1999).

No que concerne a avaliação dos insetos-praga, não foi verificado diferença significativa entre os tratamentos pela análise de *Deviance* para a incidência de ninfa de mosca-branca (*Bemisia tabaci*) (Hemiptera: Aleyrodidae), cigarrinha verde *Empoasca* spp. (Hemiptera) e do coleóptero (sp. 1) que não pôde ser identificado em função da ausência de indivíduos adultos na área experimental. Entretanto, para os adultos da mosca-branca (*B. tabaci*), a densidade foi significativamente influenciada pelos tratamentos testados ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de *deviance* para incidência de insetos-praga em *Physalis peruviana* submetida ao silício.

		Ninfa de mosca-branca		Adulto de mosca-branca	
FV	GL	<i>Deviance</i>	<i>Valor-p</i>	<i>Deviance</i>	<i>Valor-p</i>
Tratamentos	2	2,6994	0,2593 ^{ns}	66,875	<0,01*
Bloco	13	2,0525	0,9997 ^{ns}	61,673	<0,01*
		Cigarrinha verde		Coleóptero (sp. 1)	
FV	GL	<i>Deviance</i>	<i>Valor-p</i>	<i>Deviance</i>	<i>Valor-p</i>
Tratamentos	2	0,3302	0,8478 ^{ns}	5,8673	0,0532 ^{ns}
Bloco	13	4,0450	0,9907 ^{ns}	17,4603	0,1791 ^{ns}

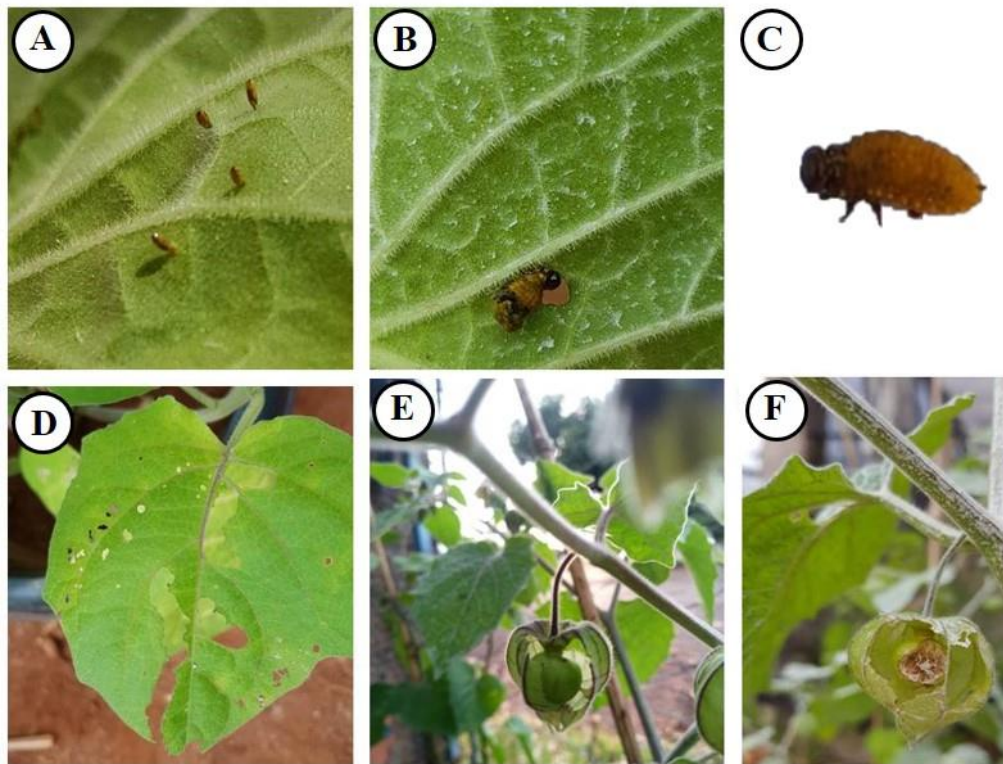
*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade.
Fonte: Elaborado pelos autores.

O problema ocasionado por esses insetos-praga é que os mesmos são polívoros, ou seja, apresentam várias espécies vegetais hospedeiras, e succionam a seiva das plantas, exceto o da ordem Coleoptera, causando desordens fisiológicas. Já o coleóptero (sp. 1) é mastigador, capaz de provocar intensas injúrias tanto nas folhas quanto no cálice e no fruto de *physalis*. Segundo Rufato et al. (2008), uma das ordens de insetos-praga mais encontradas nesta frutífera é a Hemiptera, sendo a mosca-branca (*B. tabaci*) já relatada anteriormente em cultivos de *P. peruviana* (Afsah, 2015).

Em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), Carvalho (2013) argumenta que as pulverizações foliares à base de silicato de potássio a 0,7% não foram eficientes para reduzir a incidência de *Empoasca* spp. quando comparada a aplicação do inseticida imidacloprido/triadimol nesta cultura. Além disso, em batateira Cultivar Emeraude o uso de fontes de silício (terra diatomácea – insecto[®], a 1,15% e ácido silícico a 1%) também não diminuíram a incidência de besouros desfolhadores (Assis et al., 2012), o que valida os resultados encontrados na presente pesquisa.

É importante salientar que embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os tratamentos testados para reduzir a incidência do coleóptero (sp. 1), foi observado na presente pesquisa que as larvas desse inseto provocam elevada herbivoria, lesionando tanto as folhas quanto o cálice e os frutos, sendo que o ataque ocorre com cálice ainda na coloração verde (Figura 3). Dessa forma, em elevada densidade populacional esse inseto poderá provocar acentuadas injúrias e perdas de produtividade, o que denota a importância do estabelecimento de medidas de controle que sejam efetivas na redução da densidade desse inseto.

Figura 3. Coleóptero (sp. 1) em *Physalis peruviana*. A) ovos do inseto na folha; B) larva causando desfolha; C) larva; D) desfolha; E) Injúria no cálice do fruto; F) Injúria no cálice e no fruto. Goiatuba, Goiás, 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme relatado, as fontes de silício e a testemunha não diferiram significativamente quanto a incidência de ninfas de mosca-branca, cigarrinha verde e do coleóptero (sp. 1), em função da alta variabilidade das médias estimadas, que foram de, respectivamente, 1,38; 0,57 e 2,66 (Tabela 5).

Tabela 5. Relação das espécies de insetos em *physalis* (*Physalis peruviana*) submetida a fontes de silício. Goiatuba, Goiás, 2020.

Tratamentos (g L ⁻¹ de SiO ₂)	Mosca-branca			
	Ninfa ^{ns}	Adulto*	Cigarrinha verde ^{ns}	Coleóptero (sp. 1) ^{ns}
0	2,02	13,29 a	1,36	3,12
8	1,06	6,43 b	0,36	1,59
40	1,06	4,64 b	0,0	3,28

ns – Não significativo pelo teste de Qui-Quadrado ($p>0,05$);

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Qui-Quadrado a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores.

Por outro lado, o silício promoveu menor incidência da fase adulta da mosca-branca, provavelmente devido a não preferência dessa fase do inseto pelas plantas tratadas com silício, independentemente da concentração e da fonte utilizadas (Tabela 5). O resultado obtido é relevante, uma vez que é nesse estágio de desenvolvimento que o inseto realiza o acasalamento e é capaz de aumentar a densidade dos indivíduos na área de cultivo.

Na presente pesquisa foi possível verificar que o uso do silício apresenta potencialidades para melhorar as características dos frutos de *physalis*, oferecendo inclusive certa alteração na seleção hospedeira para adultos de mosca-branca, reduzindo sua incidência. Assim, estudos adicionais devem ser conduzidos para verificar os possíveis mecanismos de resistência envolvidos e também ampliar a proteção da planta para um maior grupo de insetos-praga.

4. Conclusão

A adubação foliar silicatada contribui para o incremento das características físicas dos frutos e reduz a incidência dos adultos de mosca-branca em *P. peruviana*.

Referências

- Abrantes, E. G. (2014). *Influência do silício na nutrição nitrogenada da berinjela*. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 73f.
- Afsah, A. F. E. (2015). Survey of insects & mite associated cape gooseberry plants (*Physalis peruviana* L.) and impact of some selected safe materials against the main pests. *Annals of Agricultural Science*, 60 (1), 183-191.
- Almeida, A. C. S., Silva, L. P., Jesus, F. G., Nogueira, L., Sousa Neto, M., & Cunha, P. C. R. (2015). Efeito de indutores de resistência em híbridos de milho na atratividade do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). *Revista Agrarian*, 8 (27), 23-29.
- Amaral, U., Carvalho, S. L., Silva, I. B., Santos, V. M., & Santos, M. G. (2016). Emergência de plântulas de Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) em função do tempo de armazenamento. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 3 (2), 72-77.
- Antunes, L. E. C., & Hoffmann, A. (2012). *Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, D. F, Embrapa, (194f.) (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- Assis, F. A., Moraes, J. C., Silveira, L. C. P., Françoso, J.; Nascimento, A. M., & Antunes, C. S. (2012). Inducers of resistance in potato and its effects on defoliators and predatory insects. *Revista Colombiana de Entomologia*, 38 (1), 30-34.
- Barbosa Filho, M. P., Snyder, G. H., Fageria, N. K., Datnoff, L. E., & Silva, O. F. (2001). Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25 (3), 25-30.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, nº17, de 18 de junho de 2014. (2014). Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas

Orgânicos de Produção. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 20 jun. 2014. Seção 1, 32.

Buffon, P. A., Schwab, N. T., Both, V., Fuhr, A., & Binsfeld, M. C. (2020). Desenvolvimento, produtividade e qualidade de physalis conduzido em diferentes sistemas de tutoramento. *Acta Iguazu*, 9 (2), 134-147.

Cantuário, F. S. (2012). *Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio em cultivo protegido*. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 93f.

Carvalho, D. P. (2013). *Flutuação populacional de adultos de cigarrinha-verde (Empoasca sp.) e avaliação de produtos alternativos em populações de Empoasca sp. e ácaros fitófagos na cultura do pinhão-manso em Mato Grosso do Sul*. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 51f.

Ferreira, M. M. M., Ferreira, G. B., Fontes, P. C. R., & Dantas, J. P. (2006). Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. *Horticultura Brasileira*, 24, 141-145.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (6), 1039–1042.

Fischer, G., Almanza-Merchán, P. J., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (1), 01-015.

Freitas, L. M., Junqueira, A. M. R., & Filho, M. M. (2012). Potencial de uso do silício no manejo integrado da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* em plantas de repolho. *Revista Caatinga*, 25 (1), 8-13.

Icontec. (1999). *Frutas frescas: uchuva, especificaciones*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 15, (Norma Técnica Colombiana - NTC, 4580).

Kowal, A. N., Wurz, D. A., Fagherazzi, A. F., Santos, G., & Leite, L. M. (2020). Efeito da aplicação foliar de silício nos aspectos produtivos e qualitativos de frutos de morangueiro. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 6 (2), 144-149.

Lima, C. S. M., Severo, J., Manica-Berto, R., Silva, J. A., Rufato, L. & Rufato, A. R. (2009). Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(4), 1060-1068.

Lima, C. S. M., Galarça, S. P., Betemps, D. L., Rufato, A. R., & Rufato, L. (2012). Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(4), 1004-1012.

Ma, J. F., & Yamaji, N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, 11, 392-397.

Muniz, J., Kretschmar, A. A., Rufato, L., Pelizza, T. R., & Rufato, A. D. R., Macedo, T. A. (2014). General aspects of *Physalis* cultivation. *Ciência Rural*, 44 (6), 964-970.

Muniz, J., Molina, A. R., & Muniz, J. (2015). *Physalis*: Panorama produtivo e econômico no Brasil. *Horticultura Brasileira*, 33 (2).

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

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

Rezende, R. A.L. S., Rodrigues, F. A., Rezende, R. M., Soares, J. D. R., Pasqual, M., & Assis, F. A. (2018). In vitro conservation of Cape gooseberry through slow-growth nodal segment cultures. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53 (5), 651-655.

- Rodrigues, F. A., Penoni, E. S., Soares, J. D. R., Silva, R. A. L., & Pasqual, M. (2014). Caracterização física, química e físico-química de *Physalis* cultivada em casa de vegetação. *Ciência Rural*, 44 (8), 1411-1414.
- Round, F. E., Crawford, R. M., & Mann, D. G. (1990). *The Diatoms. Biology & Morphology of the genera*. Cambridge University Press, New York, USA.
- Rufato, A. R., Rufato, L., Lima, C. S. M., & Muniz, J. (2008). *A cultura da physalis*. Série Fruticultura – Pequenas Frutas. Fruticultura CAV/UEDESC. 172-238.
- Santana, A. S., Giacobbo, C. L., Prado, J.; Uberti, A., Louis, B., & Alberto, C. M. (2020). Fenologia e qualidade de frutos de acessos de *Physalis* spp. *Revista Agrarian*, 13(47), 1-8.
- Santos, M. C., Junqueira, A. M. R., & Freitas, L. M. (2013). Efeito do silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro em plantas para processamento industrial. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 3(2), 19-24.
- Sousa, R. R. P., Assis, F. A., Assis, G. A., Carvalho, F. J., & Fernandes, M. I. S. (2020). Parâmetros fitotécnicos e entomofauna associada ao rabanete submetido à aplicação de terra diatomácea. *Scientia Rural*, Ponta Grossa, 1, 1-13.
- Souza, F. M. D. (2015). *Efeitos do redime hídrico e da adubação foliar com silício em plantas de fisális (Physalis peruviana)*. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, 71f.
- Trevisani, N., Melo, R. C. D., Colli, M. P., Coimbra, J. L. M., & Guidolin, A. F. (2017). Associations between traits in fisális: a tool for indirect selection of superior plants. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(4), 1-7.
- Vieira Júnior, J. O. L., Pereira, R. C., Lanna, N. B. L., Carvalho, C. M., & Ferreira, F. M. C. (2015). Entomofauna presente na cultura de *Physalis angulata* e *peruviana*. *Cadernos de Agroecologia*, 10(3), 1-5.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Matheus da Silva Santos – 30%

Franscinely Aparecida de Assis – 30%

Gleice Aparecida de Assis – 10%

Fábio Janoni Carvalho – 10%

Filipe Almendagna Rodrigues – 10%

Érica Alves Marques Marafeli - 10%