

Ácido salicílico e cobertura de solo no cultivo de physalis

Salicylic acid and soil cover in the cultivation of physalis

Juliana Martins Vaz (ORCID 0009-0008-4494-5395), **Claudia Simone Madruga Lima** (ORCID 0000-0002-1953-1552)

Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, PR, Brasil. Autor para correspondência: juliana.martins.vaz@gmail.com

Submissão: 17/11/2022 | Aceite: 03/03/2023

RESUMO

O objetivo neste trabalho foi verificar a influência da aplicação de diferentes concentrações de ácido salicílico e distintas coberturas de solo no cultivo de physalis (*Physalis peruviana* L.). O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul-PR. Foram utilizadas mudas de physalis produzidas em casa de vegetação. A campo foram submetidas a cinco concentrações de ácido salicílico (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹), e três coberturas de solo (palhada de gramínea, eucalipto e testemunha sem palhada). Nas avaliações de pré-colheita, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x5. Para as avaliações pós-colheita o delineamento experimental foi 3x5x2, sendo considerado também o mês de colheita. Não houve interação entre os fatores para as variáveis analisadas. Para altura e diâmetro, presença de insetos, incidência e severidade de doenças foliares, somente o fator concentrações de ácido salicílico influenciou. Na pós-colheita somente o mês de colheita interferiu nos fatores, sendo a colheita de setembro com maior número e massa dos frutos, mas também o maior ataque de insetos e doenças. Concluiu-se com este trabalho que a aplicação de ácido salicílico influenciou no desenvolvimento de plantas de physalis.

PALAVRAS-CHAVE: *Physalis peruviana*; elicitores; Indução a resistência; cobertura de solo.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the influence of the application of different concentrations of salicylic acid and different soil coverings in the cultivation of physalis (*Physalis peruviana* L.). The work was developed in the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul-PR. Physalis seedlings produced in a greenhouse were used. The field was subjected to five concentrations of salicylic acid (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹), and three soil coverings (grass straw, eucalyptus and control without straw). In the pre-harvest evaluations, the experimental design was randomized blocks, in a 3x5 factorial scheme. For post-harvest evaluations, the experimental design was 3x5x2, and the month of harvest was also considered. There was no interaction between the factors for the analyzed variables. For height and diameter increase and presence of insects, incidence and severity of leaf diseases, only the factor of salicylic acid influences. In the post-harvest period, only the month of harvest interfered in the factors, with the September harvest having the largest number and mass of fruits, but also the greatest attack by insects and diseases. It was concluded with this work that the application of salicylic acid influenced the development of physalis plants.

KEYWORDS: *Physalis Peruviana* L.; elicitors; resistance induction; mulching.

INTRODUÇÃO

As pequenas frutas, como amora-preta, framboesa, morango, mirtilo e physalis, valorizadas por suas características nutricionais, têm apresentado uma participação cada vez maior na alimentação do brasileiro. Devida sua aparência, rusticidade e facilidade de cultivo, têm despertado o interesse de pesquisadores, produtores e consumidores (MARO et al. 2013, PEREDA et al. 2019). Apesar disso, sua produção no Brasil corresponde a 0,4 % do total de frutas produzidas, demonstrando assim seu potencial de desenvolvimento (FAGHERAZZI et al. 2017, OLIVEIRA et al. 2020).

A physalis (*Physalis peruviana* L.) ou goldenberry como também é conhecida, é considerada uma fruta exótica comumente comercializada in natura ou em produtos processados (OLIVARES-TENÓRIO et al. 2016). A fruta apresenta alto valor agregado, podendo alcançar no mercado brasileiro R\$ 70,00 por quilo

(OLIVEIRA et al. 2020).

A planta pertencente à família Solanaceae, possui hábito de crescimento perene e estrutura ereta, podendo desenvolver-se continuamente, chegando a dois metros de altura quando conduzidas (RAMIREZ et al. 2013). Apresenta frutos em forma de baga, sua característica marcante ocorre pela presença do cálice permanente e inflado que cerca e protege a fruta contra herbívoros e intempéries climáticas (SILVA et al. 2016b). Seu cultivo é considerado simples e prático, mas em produções comerciais, para garantir a qualidade das frutas e produtividade se faz necessária a adoção de técnicas e práticas de manejo como em outros cultivos. Entre as atividades de manejo que devem ser realizadas estão: controle de plantas espontâneas, condução, tutoramento, poda, desbrota, adubação, controle de insetos e doenças (MUNIZ et al. 2015).

Em função da crescente preocupação crescente em relação ao uso de produtos que possam vir a agredir o meio ambiente e comprometer a qualidade dos alimentos, estudos vêm sendo desenvolvidos para buscar alternativas no controle de insetos-pragas e doenças (COSTA et al. 2017, GUYOT et al. 2015). Entre essas alternativas estão os elicitores, esses induzem a expressão de genes que codificam diferentes respostas de defesa aos patógenos na planta (BORSATTI et al. 2015). Um indutor que tem sido utilizado é o ácido salicílico, um composto fenólico natural, de fácil aplicação e baixo custo (aproximadamente R\$ 150,00- kg) (ANDRADE et al. 2017) que age como sinalizador na defesa contra patógenos (SÁNCHEZ et al. 2010).

O ácido salicílico quando aplicado exogenamente é capaz de induzir respostas de defesa nas plantas. Promovendo, por exemplo, alterações na produção de moléculas sinalizadoras fundamentais para a regulação do sistema de defesa em respostas a estresses (BAXTER & STEWART 2013, TAMAOKI et al. 2013). De acordo com FAVARO et al. (2019), o ácido salicílico é um mensageiro que ativa a resistência, por meio da síntese de proteínas relacionadas à patogênese (proteínas- RP). Várias pesquisas comprovam que aplicações exógenas do ácido salicílico podem influenciar no crescimento e desenvolvimento das plantas assim como na pós-colheita das frutas. Como por exemplo, nas realizadas em tomates (CHAVAN & SAKHALE 2020), morangos (DA ROSA et al. 2020) maracujazeiros (SILVA et al. 2016a) e pêssegos (MIRANDA et al. 2019).

Outra prática que pode ser utilizada no cultivo de *physalis* é a cobertura do solo. Essa prática é de extrema importância, e tem por finalidade otimizar o uso da água e fertilizantes, evitar a competição com as plantas espontâneas, proteger o solo do impacto das gotas de chuva e conseqüentemente evitar a erosão (RADIN et al. 2011). Além disso, preserva por mais tempo a matéria orgânica e os índices de substâncias minerais do solo (PELIZZA et al. 2009), proporcionando proteção ao solo da radiação solar, aumento da eficiência na ciclagem de nutrientes, além do incremento na biodiversidade de indivíduos da macrofauna edáfica, especialmente decompositores e trituradores (MENESES et al. 2016, SOUZA et al. 2018).

Existem diferentes tipos de cobertura mortas que podem ser utilizadas. Estas podem ser divididas em dois grupos de coberturas: as inorgânicas e orgânicas no grupo das coberturas inorgânicas se encontram: tecido não tecido (TNT) e o mulching (filmes plásticos de polietileno). Estes mais comumente utilizado, entretanto, esse material costuma apresentar custo elevado ao produtor além do risco de contaminação ambiental (VAZ et al. 2020). No grupo das coberturas mortas orgânicas estão a maravalha, as palhadas de leguminosas (adubos verdes em geral, casca de amendoim), girassol, torta de mamona, palhada de gramíneas (palha de trigo, arroz, sorgo, braquiária, capim-elefante), casca e palhadas de resíduos florestais como por exemplo de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (MENESES et al. 2016, RIBEIRO et al. 2016).

A utilização de cobertura de solo com uso de palhada de gramínea, apresenta todas as vantagens que o uso de coberturas do solo proporciona. E ainda, geram uma cobertura residual mais estável, o que beneficia o maior acúmulo de matéria orgânica nos solos. Apresentam uma decomposição considerada mais lenta, pois de forma geral o conteúdo de nitrogênio na fitomassa é menor (ALVARENGA et al. 2001). Esse tipo de cobertura é facilmente encontrado nas unidades de produção ou próximo a elas, o que é economicamente vantajoso para o produtor rural (BAI et al. 2014).

Outro produto que pode ser encontrado nas unidades de produção agrícola e ser utilizado como cobertura de solo são os componentes arbóreos, como por exemplo o eucalipto. Esse material além de proporcionar os aspectos positivos que o uso de cobertura de solo proporciona, apresenta ações repelentes contra insetos-pragas, devida às suas propriedades alelopáticas presentes nas folhas (SILVA et al. 2021)

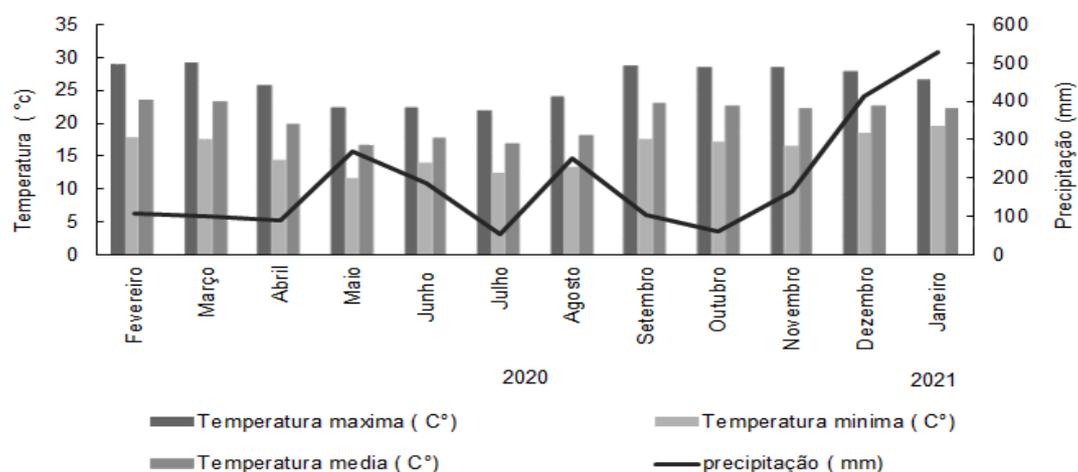
Neste contexto, buscou-se com esse trabalho verificar a influência da aplicação de diferentes concentrações de ácido salicílico e distintas coberturas de solo no cultivo de *physalis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O experimento foi realizado na área experimental setor de Horticultura da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Laranjeiras do Sul/PR. Latitude 25°24'28" S, longitude 52°24', 58' W e altitude de 840 m, no período de março de 2020 a janeiro de 2021. O tipo de solo presente neste local é classificado como Latossolo vermelho Distrófico de textura argilosa, de acordo com o mapa de solos do Estado do Paraná (SANTOS et al. 2013).

O clima da região é classificado como Cfb, clima temperado com verão ameno, segundo a classificação de Köppen, e temperatura média anual entre 18 °C a 19 °C e precipitação de 1800 a 2000 mm/ano⁻¹ (CALVIGLIONE et al. 2000). Durante o período de execução do experimento as médias de temperaturas ficaram entre mínima de 11,7 °C e máxima 29,1 °C, respectivamente, e precipitação acumulada do período em aproximadamente 2326,1 mm (Figura 1).



Fonte: Adaptado de estação climática da UFFS - Laranjeiras do Sul/PR (2021).

Figura 1. Valores médios de precipitação (mm), temperaturas (°C) mínima, média e máxima do ar nos meses de avaliação: fevereiro 2020 a janeiro de 2021, Laranjeiras do Sul-PR. Dados obtidos na estação climática da UFFS - Laranjeiras do Sul/PR.

Figure 1. Average precipitation values (mm), minimum temperatures (°C), average and maximum air in the evaluation months: February 2020 to January 2021, Laranjeiras do Sul-PR. Data obtained at UFFS weather station - Laranjeiras do Sul/PR.

O preparo dos canteiros foi realizado com as operações de aração, gradagem e encanteiramento com enxada rotativa. Posteriormente estes foram finalizados manualmente e apresentavam as seguintes dimensões: 15,0 m de comprimento, 1,2 m de largura, 0,2 m de altura e 0,6 m de distância entre canteiros.

Para recomendação de adubação e calagem foi utilizada análise de solo pré-existente (Tabela 1) para o local. Os corretivos e adubos utilizados foram de acordo com legislação específica para sistemas de produção orgânica regulamentados pela Lei Federal nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL 2003).

Tabela 1. Composição química do solo na área do experimento no setor de Horticultura da Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). Campus Laranjeiras do Sul/PR.

Table 1. Soil chemical composition in the experiment area in the Horticulture sector of the Experimental Area of the Federal University of Fronteira Sul (UFFS). Campus Laranjeiras do Sul/PR.

Níveis	PH CaCl ₂	M.O g/dm ³	P Melich ¹ Mg/dm ³	Saturação por base %	K Cmol/dm ³	Ca	Mg	H+Al	CTC	Relações		
										Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
	5,23	41,05	16,67	60,2	0,17	5,47	1,8	4,9	12,4	2,9/1	2,2/1	1/1

A calagem foi realizada cerca de 30 dias antes do plantio utilizando 1.433 kg. ha⁻¹.^{de} calcário calcítico com PRNT de 85%. No mesmo período foi realizada a adubação necessária, sendo adicionados 413,8 kg ha⁻¹ de fosfato natural, 2.000 kg ha⁻¹ de cama de aviário extrusada e 34,5 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

Como material vegetal foram utilizadas mudas de *Physalis peruviana* L. produzidas em estufa

agrícola da área didática experimental da UFFS. As sementes foram oriundas da produção de experimentos da universidade. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor® (poliestireno expandido EPS) com 72 células de 113 cm³ com substrato de turfa comum, sendo mantidas sob irrigação de microaspersão intermitente por 57 dias.

O transplântio das mudas foi realizado quando estas apresentavam duas folhas verdadeiras completamente expandidas. O espaçamento entre plantas foi de 0,90 m em linha única. O sistema de condução adotado foi do tipo espaldeira (vertical) em que os ramos foram apoiados horizontalmente aos fios do sistema de sustentação conforme proposto por MUNIZ et al. (2011).

As plantas foram mantidas nos canteiros sobre três diferentes coberturas mortas de solo, sendo utilizados os seguintes materiais: palhada de gramínea, palhada de arbórea de eucalipto e controle (sem nenhuma cobertura de solo). Os canteiros foram mantidos durante todo o ciclo cultural com as coberturas, utilizando as camadas uniformes de 0,10 m (aproximadamente 15.434 kg de matéria seca por hectare).

Delineamento

Durante o período de cultivo foram realizadas aplicações quinzenais com cinco diferentes concentrações de ácido salicílico (AS), sendo: (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹). As aplicações foram realizadas diretamente na parte aérea da planta, por meio de borrifadores manuais com capacidade de 2L, até que fosse suficiente para atingir toda a planta. O volume borrifado determinado foi de 10 ml no início do cultivo e 100 ml quando as plantas já estavam com maior porte. Para evitar a deriva, foi utilizado uma placa de papelão, a qual era posta ao redor das plantas durante a aplicação.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x5 (coberturas de solo x concentrações de ácido salicílico). Composto por três blocos com seis parcelas contendo cinco plantas cada, totalizando 90 plantas analisadas. As bordaduras eram representadas por seis plantas, localizadas nas extremidades dos blocos.

Os tratos culturais necessários foram realizados de acordo com a demanda, sendo estas práticas: poda, desponte, amarrio, irrigação e adubação de cobertura conforme as normas de produção orgânica vigente.

Avaliações

Altura de plantas (cm): as verificações foram realizadas com auxílio de fita métrica, sendo considerado o ramo principal. Diâmetro de plantas (mm): para esta determinação se realizou a avaliação do ramo principal, utilizando um paquímetro digital a uma altura de cinco centímetros do solo. Ambas as avaliações ocorreram no transplântio das mudas e na finalização do experimento, sendo respectivamente março/2020 e janeiro/2021. Para análise estatística foi considerada a diferença (Altura final – altura inicial = desenvolvimento da planta),

Umidade do solo: quantificada pelo método da diferença de massa, coletando-se amostras de solo no centro das parcelas, a 10 cm de profundidade. Posteriormente, foram acondicionadas em recipientes fechados, e transportadas para laboratório para verificação da massa (massa inicial). Subsequentemente, as amostras foram colocadas em estufas a 105 °C, até a completa secagem do solo e foi verificada a massa (massa final). O teor de umidade do solo foi obtido pela diferença entre os valores finais e iniciais das amostras, e posteriormente transformado em porcentagem. Essa avaliação foi realizada em dois períodos diferentes: início e no final do experimento, que correspondem respectivamente a março de 2020 e janeiro de 2021.

Incidência de plantas espontâneas: foi mensurado mensalmente por amostragens nas áreas úteis das parcelas utilizando uma transecta de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m).

Fenologia: avaliações fenológicas foram determinadas quando 30% da população de plantas apresentaram mudança conforme proposto por BETEMPS et al. (2014). Os estádios avaliados foram: Estádio 1: Plântulas com um par de folhas verdadeiras totalmente expandidas e aproximadamente 20 cm de comprimento; estágio 2: Plantas com as primeiras bifurcações do talo principal; estágio 3: Plantas com gemas florais esféricas e pubescentes, de aproximadamente 10 mm; no ramo principal; estágio 4: Plantas com botões muito proeminentes, a corola sobressai-se ao cálice, sendo identificado como início de botões florais; estágio 5: Plantas com flores em dois estádios, com a corola parcialmente ou completamente aberta, ou seja, início de flores abertas; estágio 6: Início da formação de brotos na base do ramo principal; estágio 7: Desprendimento natural das primeiras folhas senescentes (coloração amarela) e dos frutos e estágio 8: Coloração do cálice dos frutos a partir do amarelo-esverdeado.

Incidência e severidade de doenças foliares: foram realizadas avaliações semanais de acordo com escala proposta por RITCHIE et al. (1992). Para estas avaliações foi tomada uma amostra de cinco plantas ao acaso por subparcela. Obedeceu-se a uma escala diagramática de incidência nas folhas, apresentada

pela AGROCERES (1994), com notas de 0 a 9, onde 0 correspondeu a ausência de sintoma da doença, 5 a presença de sintomas em 50% das folhas e 9 a presença de sintoma em todas as folhas das plantas amostradas. Para a severidade utilizou-se a escala diagramática apresentada por AZEVEDO & LEITE (1995), a qual apresenta os níveis de sintomas de 0 a 5, onde: 0= ausência de sintoma; 1= 10% da área foliar da planta com sintoma da doença; 2= 20% da área foliar afetada; 3= 60% da área foliar atacada; 4= 80% da área foliar atacada; 5= 100% da área foliar com sintoma da doença.

Presença de insetos: foram realizadas avaliações semanais de acordo com a metodologia adaptadas de AGROCERES (1994) com notas de 0 a 9, onde 0 corresponde a ausência de insetos, 5 a presença em 50% das folhas e 9 a presença de em todas as folhas das plantas amostradas.

Para as avaliações pós-colheita o delineamento experimental foi 3x5x2 (3 coberturas de solo x 5 concentrações de ácido salicílico x 2 meses de colheita). Foram utilizadas três repetições, cada uma composta por 10 frutas.

As frutas foram colhidas manualmente. As avaliações de caracterização físico-química das frutas foram realizadas nos meses de julho e setembro de 2020, representando a colheita de inverno e primavera, respectivamente. As variáveis avaliadas foram:

Número de frutos: realizada a contagem do total de frutos colhidos por planta.

Massa de frutos por planta: avaliada com auxílio de uma balança de precisão, os frutos colhidos de toda a planta foram pesados com seu cálice tendo sua massa expressa em gramas (g).

Presença de doenças, presença de ataque de insetos nos frutos, e danos climáticos: os frutos foram avaliados quanto a presença de danos, sendo observada somente a presença ou ausência de sintomas. Após essa verificação, os frutos danificados foram classificados como:

Frutos doentes: frutos que apresentaram sintomas de doenças como fungos e podridões.

Atacados por insetos: frutos que apresentaram sintomas de ataques de herbivoria por insetos mastigadores como lagartas e insetos sugadores como percevejos.

Danos climáticos: Frutos com danos ocorridos por intempéries climáticas, como rompimento de sua epiderme pelo congelamento de suas membranas e pelo excesso de chuvas.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos (5%), foi realizada análise de regressão. Para as variáveis referentes a pós-colheita foi realizada análise de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis de umidade do solo, incidência de plantas espontâneas e avaliações fenológicas os resultados não foram significativos para interação e nem de forma isolada. Em relação à altura e diâmetro, incidência de insetos, incidência e severidade de doenças foliares, somente o fator concentrações de ácido salicílico influenciou nos resultados.

A maior altura foi observada nas plantas que foram borrifadas com a concentração de 0,001 Mol L⁻¹ de ácido salicílico (85,61 cm) com posterior decréscimo, sendo a concentração de 0,003 Mol L⁻¹ de ácido (66,44 cm) com menor influência no desenvolvimento da altura destas plantas (Figura 2A). Desta maneira, observa-se que conforme as concentrações de AS aplicadas aumentaram, houve uma redução altura. Resultados divergentes foram observados por COSTA et al. (2017), os mesmos verificaram que conforme as concentrações utilizadas aumentaram, as plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.) em casa de vegetação, apresentaram um maior crescimento e desenvolvimento em altura.

Para diâmetro, o desempenho agrônômico foi diferente do verificado para de altura (Figura 2B) em que ocorreu uma diminuição conforme as concentrações aumentam até concentração de 0,003 Mol L⁻¹. Nessa concentração de AS ocorreu o maior índice de diâmetro (16,83 mm), com posterior redução na maior concentração utilizada (0,004 Mol L⁻¹), em que se verificou plantas com menor diâmetro (9,50 mm).

As plantas submetidas à concentração de 0,003 mM.L⁻¹ apresentavam menor altura, porém o maior diâmetro. Essa característica apresenta benefícios para o manejo das plantas, pois com um menor porte, a planta necessita de menor frequência nas podas, além de facilidade dos tratamentos culturais. Já o maior diâmetro verificado nessas plantas fortalece a estrutura da mesma, evitando o tombamento e com melhor suporte para carga de ramos e frutas.

Plantas de *physalis* quando cultivadas em campo e tutoradas costumam apresentar ramos com altura de aproximadamente 75 cm e diâmetro de 10 cm (LIMA et al. 2009). Dessa forma, os valores obtidos foram superiores apesar de seu menor incremento devido à ação do ácido salicílico. De acordo com LIZ et al. (2020), o AS, além da sua ação como elicitador também atua positivamente sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas, no entanto, quando aplicado exogenamente pode inibir o crescimento da planta. O efeito sobre o crescimento depende da espécie vegetal, do estágio de desenvolvimento e das

concentrações de ácido salicílico.

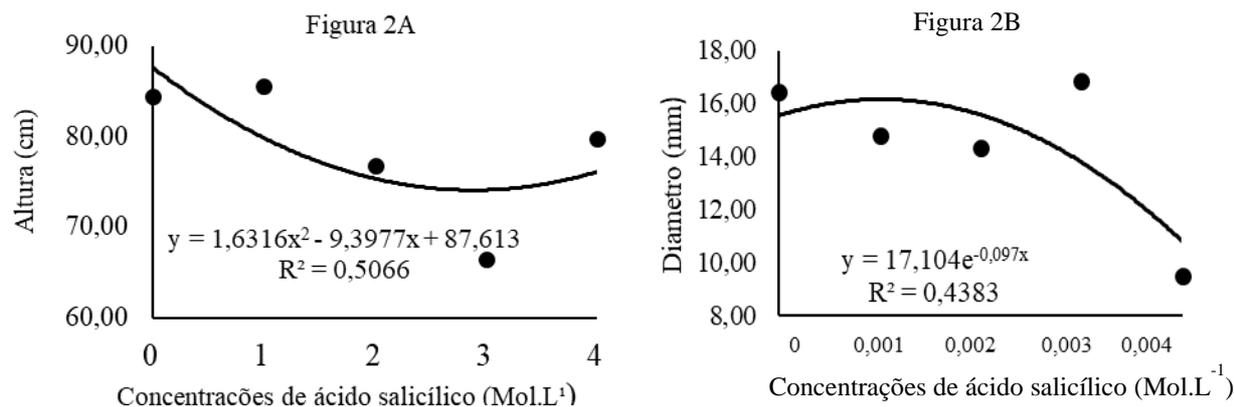


Figura 2. Altura (cm) (A) e diâmetro (mm) (B) de cinco concentrações de ácido salicílico (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹) em plantas de *Physalis peruviana* L. em cultivo a campo no sistema orgânico de produção. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Figure 2. Height (cm) (A) and diameter (mm) (B) as a function of five concentrations of salicylic acid (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹), in plants of *Physalis peruviana* L. in field cultivation in organic production system. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Resultados semelhantes para altura e diâmetro foram obtidos por PRIMAK & LIMA (2017), que verificaram que a aplicação de ácido salicílico influenciou no menor crescimento e desenvolvimento em plantas de couve de folhas (*Brassica oleracea* L. var. acephala DC) cultivadas em campo em comparação com a testemunha, uma provável causa para o menor desenvolvimento de plantas quando tratadas com ácido salicílico é o fato de dificultar o crescimento dos vegetais através da regulação da biossíntese de lignina, o que resulta em uma rigidez na parede celular secundária que impede o alongamento celular.

Plantas com menor incidência e severidade de doenças foram verificadas na maior concentração de ácido salicílico, 0,004 MolL⁻¹ (1,11 e 0,89) respectivamente (Figura 3A e 3B). Identificou-se queda nos níveis conforme ocorreu o aumento nas concentrações de ácido salicílico.

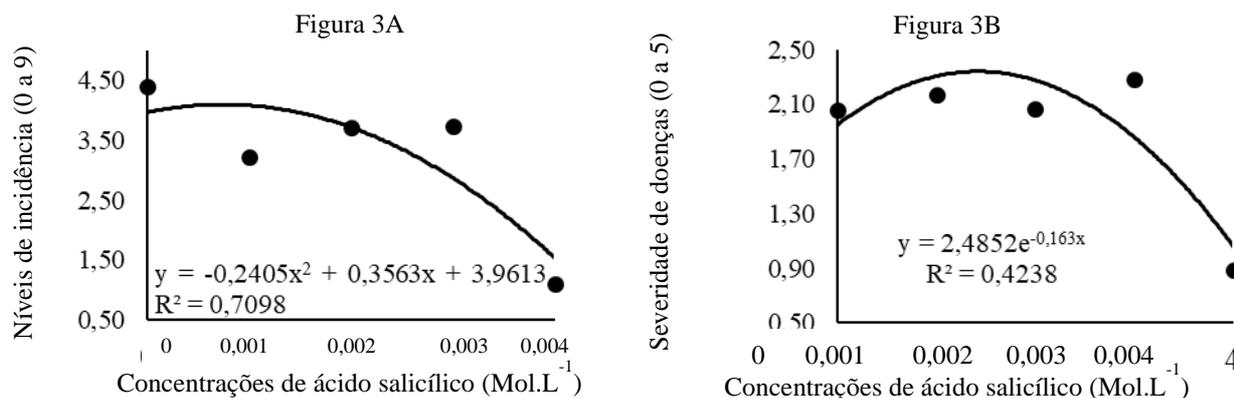


Figura 3. Níveis de incidência (0 a 9) (A) e severidade de doenças (0 a 5) (B) frente a cinco concentrações de ácido salicílico (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹) em plantas de *Physalis peruviana* L. no cultivo a campo e orgânico de produção. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Figure 3. Incidence levels (0 to 9) (A) and severity of diseases (0 to 5) (B) as a function of five concentrations of salicylic acid (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹) in plants of *Physalis peruviana* L. in field cultivation in organic production system. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Resultados semelhantes foram observados no cultivo de fava (*Vicia faba* L.), onde a aplicação de ácido salicílico inibiu o crescimento micelial de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, e *Macrophomina phaseolina*, além de reduzir o tombamento de plântulas e podridão das raízes (ABDEL-MONAIM 2013). Na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.) e do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), a utilização de concentrações acima de 1 mM/L de AS reduziram a porcentagem de tombamento causado por

patógenos como *Macrophomina phaseolina* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici*. (AL-SOHAIBANI et al. 2011, BERTONCELLI et al. 2015).

Tais resultados obtidos podem estar relacionados com a atuação do ácido salicílico como mensageiro. O qual ativa a resistência, isso ocorre através da síntese de proteínas relacionadas à patogênese (proteínas-RP), com expressão das quitinases e β -1,3-glucanases, essas degradam polissacarídeos estruturais da parede celular de fungos podendo alterar sua arquitetura, prejudicando o desenvolvimento do microrganismo e impedindo seu crescimento (ZAREIE et al. 2002).

Plantas com menor incidência de ataque de insetos foram observados nas concentrações de 0,003 Mol L⁻¹ (2,61) e 0,004 Mol L⁻¹ (3,05) de AS (Figura 4). Resultados semelhantes foram encontrados por FAVARO et al. (2019), os quais concluíram que a aplicação de ácido salicílico, foi eficiente para a indução de resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) e a *Helicoverpa armigera*, nas cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), Aromas e Sweet Charlie.

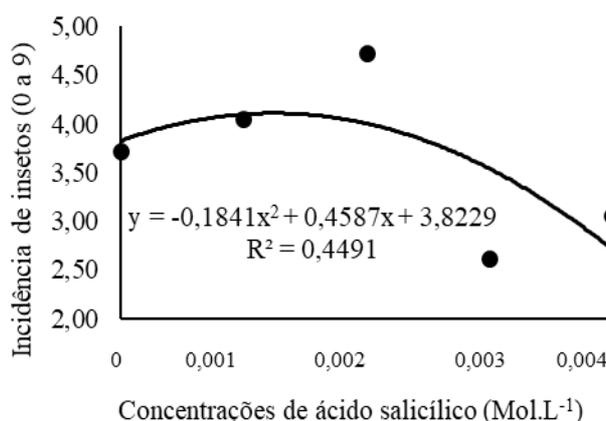


Figura 4. Níveis de incidência de insetos diante de cinco concentrações de ácido salicílico (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹) em plantas de *Physalis peruviana* L. no cultivo a campo sistema orgânico de produção. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Figure 4. Insect incidence levels as a function of five concentrations of salicylic acid (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹) in plants of *Physalis peruviana* L. in field cultivation in organic production system. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

O menor nível de incidência de insetos pode se justificar pelas propriedades de indução descritas para o ácido salicílico. O aumento da atividade enzimática proporcionada pela sua utilização, tem como uma de suas características o acúmulo de lignina em tecidos adjacentes, enrijecendo a parede das células vegetais, e esse acúmulo dificulta a mastigação e penetração de estiletes pelas pragas sugadoras (DURRANT & DONG 2004, GOMES et al. 2005). Segundo CRUSCIOL et al. (2013), além do aumento da espessura da cutícula pela deposição de lignina nos tecidos, o acúmulo deste elicitor promove a polimerização nos espaços extracelulares das paredes das células epidérmicas, das folhas e dos vasos condutores (xilema e floema), fortalecendo estas estruturas além de formar fitoalexinas (substâncias de defesa).

Nas avaliações de pós-colheita não houve interação entre os fatores. Para massa total de frutas por planta as concentrações de AS e o mês de colheita influenciaram nas respostas, mas de forma isolada. Para as demais variáveis referentes à caracterização de frutas, somente o mês de colheita foi significativo.

Plantas com maior massa total de frutas foram verificadas na concentração de 0,002 Mol L⁻¹ de ácido salicílico (78,05 g), conforme Figura 5.

Respostas semelhantes foram observadas por LIZ et al. (2020), realizaram aplicações quinzenais de AS obtiveram plantas de morangueiro com maior massa de frutas na concentração de 0,002 mM.L⁻¹. Segundo VIEIRA (2011) para algumas culturas a aplicação exógena de AS pode promover aumento na condutância estomática, taxa fotossintética líquida e nos teores de carboidratos, esta ação pode levar a um aumento na capacidade produtiva das plantas.

Para a primeira colheita realizada em junho/2020, a média de frutos colhidos por planta foi de aproximadamente sete, apresentando uma massa de 33,50 g por planta (Tabela 2). Em setembro de 2020, quando foi realizada a segunda colheita, o número de frutos foi maior em relação à primeira, tendo uma média por planta de 23 frutos, e média de massa sendo de 73,24 g. Estes resultados foram inferiores aos

observados por BETEMPS et al. (2014), em que o número de frutos variou de 53 a 72 frutos por planta.

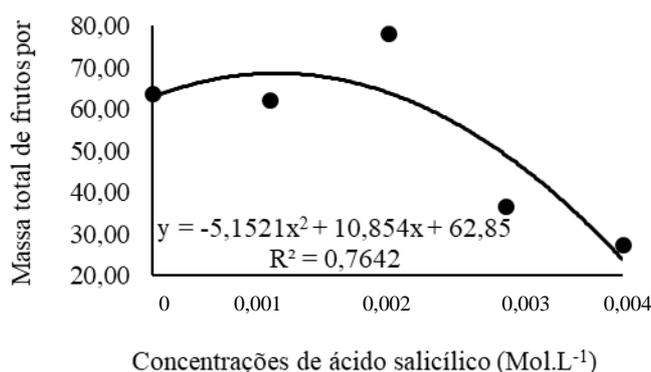


Figura 5. Massa total de frutos por planta em função de cinco concentrações de ácido salicílico (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹) em plantas de *Physalis peruviana* L. em cultivo a campo em sistema orgânico de produção. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Figure 5. Total fruit mass per plant as a function of five concentrations of salicylic acid (0, 0,001, 0,002, 0,003, 0,004 Mol L⁻¹) in plants of *Physalis peruviana* L. in field cultivation in organic production system. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Tabela 2. Massa total de frutos por planta (g), número de frutos colhidos, com sintomas de ataque de insetos, com sintomas de doenças, danificados por intempéries climáticas em função de dois meses de colheita de *Physalis peruviana* L. em cultivo a campo no sistema orgânico de produção. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Table 2. Total fruit mass per plant (g), number of fruits harvested per plant, with symptoms of attack of fruit insects with symptoms of diseases, of fruits damaged by climatic weather as a function of two months of harvest of *Physalis peruviana* L. in field cultivation in organic production system. Laranjeiras do Sul/ PR (2020).

Meses de colheita (2020)	Massa total de frutos por plantas (g)	Número de frutos			
		Por planta	Ataque de insetos	Doença	Danos climáticos
Julho	33,50 a	7,52* a	0,16 b	0,14 a	0,65 a
Setembro	73,24 b	23,69 b	0,04 a	6,05 b	1,97 b
Média	71,12	19,37	0,18	3,16	1,31
Erro	2,02	7,09	0,043	0,566	0,566

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

Os maiores resultados para número e massa total de frutos por planta, podem estar relacionados com o pico de frutificação. Segundo RUFATO et al. (2008), esse ocorre aproximadamente 180 dias após o transplante, correspondendo ao período em que ocorreu a segunda colheita.

Acredita-se que as condições climáticas interferiram diretamente no número e massa total de frutos por planta. As baixas temperaturas ocorridas nos meses de maio (11,07 °C) e junho (14 °C), e a formação de geadas (23 a 27 de maio/2020) como pode ser observado na Figura 1, onde as menores temperaturas observadas foram no mesmo período, neste ocorria também a formação e desenvolvimento dos frutos prejudicando essas variáveis. Apesar da *Physalis peruviana* ser considerada uma planta perene, ela pertence à família Solanácea, a qual sofre grande interferência das baixas temperaturas e geadas (VILLELA et al. 2014). De acordo com RUFATO et al. 2013, a temperatura ideal para o cultivo da physalis estão entre 8 a 20 °C, sendo a planta suscetível a temperaturas extremas.

A massa total de frutos de physalis por planta é de aproximadamente dois quilogramas, em um ano de cultivo (LIMA et al. 2009), valor superior ao encontrado no somatório das duas colheitas que foi de 106,74g. Contudo, é importante salientar que para esse experimento, foram consideradas apenas duas colheitas do ano de cultivo.

Em relação ao número de frutos com sintomas de ataque de insetos, frutos com sintomas de doenças e frutos danificados por intempéries climáticas, os maiores índices foram encontrados na segunda colheita (Tabela 2).

O maior ataque de insetos nos frutos de *physalis* colhidos em setembro (primavera), podem estar relacionados com as temperaturas, que são crescentes neste período (a média de temperatura máxima do ar foi de 28,6 °C). Vale ressaltar que para o hábito de desenvolvimento de insetos, a temperatura é considerada o principal fator abiótico que influencia a sobrevivência dos mesmos (MARCHIORO et al. 2017). Temperaturas mais elevadas podem acelerar a taxa de desenvolvimento e reprodução dos insetos (BALE et al. 2002). Além disso, o principal inseto que ataca a cultura da *physalis* pervejo-do-tomateiro (*Phthia picta*) possui seu crescimento e desenvolvimento favorecido nas temperaturas mais altas.

CONCLUSÃO

As coberturas de solo não influenciaram no cultivo de *physalis* na região de Laranjeiras do Sul.

A aplicação de ácido salicílico influenciou no desenvolvimento de plantas de *physalis*, nas variáveis diâmetro e altura.

Plantas de *physalis* menores em relação as demais foram verificadas na concentração de 0,003 Mol L⁻¹.

Quanto a indução de resistência a doenças e ataque de insetos nas plantas, o ácido salicílico apresentou influência positiva nos fatores analisados.

A produção e danos nos frutos de *physalis* foi afetada pela sua época de colheita e condições climáticas.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da fronteira Sul, pela concessão da bolsa pelo edital N° 320/GR/UFGS/2019-PES-2019-0287 -Fundação Araucária PIBIC – BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA.

Ao edital MCTI/MAPA/SEAD/MEC/CNPq – N°21/2016, Processo 403087/2017.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MONAIM MF. 2013. Improvement of biocontrol of damping-off and root rot/wilt of faba bean by salicylic acid and hydrogen peroxide. *Mycobiol* 41: 47-55.
- AGROCERES. 1994. Guia Agroceres de Sanidade. São Paulo: Agroceres. 56 p
- AL-SOHAIBANI SA et al. 2011. Influence of some biotic and abiotic inducers on root rot disease incidence sweet basil. *African J Microbiol Res* 5: 3628-3639.
- ALVARENGA RC et al. 2001. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe agropecuário* 22: 25-36.
- ANDRADE SB et al 2017. Qualidade pós-colheita de pêssegos cv. maciel submetidos a aplicação de diferentes doses de ácido salicílico. *Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa*: 2389-2404.
- AZEVEDO LAS & LEITE OMC. 1995. Manual de quantificação de doenças de plantas. São Paulo: Ciba Agro, 48 p.
- BAI SH et al. 2014. The impact of mulch type on soil organic carbon and nitrogen pools in a sloping site. *Biology and fertility of soils* 50: 37-44.
- BALE JS et al. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8: 1-16.
- BAXTER HL & STEWART Jr CN. 2013. Effects of alter lignin biosynthesis phenyl propanoid metabolism and plant stress. *Biofuels* 4: 635-650.
- BERTONCELLI DJ et al. 2015. Ácido salicílico na indução de resistência a doenças em pepino e controle de *Pythium* sp. in vitro. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 14: 124-131.
- BETEMPS DL et al. 2014. Época de semeadura, fenologia e crescimento de plantas de *physalis* no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 179-185.
- BORSATTI FC et al. 2015. Indução de resistência e qualidade pós-colheita de amora-preta tratada com ácido salicílico. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37: 318-326.
- BRASIL. 2003. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.
- CALVIGLIONE JH et al. 2000. Cartas Climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR. CD.
- CHAVAN RF & SAKHALE BK. 2020. Studies on the effect of exogenous application of salicylic acid on post-harvest quality and shelf life of tomato fruit Cv. Abhinav. *Food Res* 4: 1444-1450.
- COSTA PAA et al. 2017. Aplicação exógena de ácido salicílico e estresse salino em rúcula cultivada em sistema semi hidropônico. In: IV INOVAGRI International Meeting. Resumos... Fortaleza: IV INOVAGRI International Meeting. 11p.
- CRUSCIOL CAC et al. 2013. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. *Revista Ciência Agronômica* 44: 404-410.
- DA ROSA GG et al. 2020. Ácido Salicílico na pós-colheita de morangos cultivar San Andreas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 21.
- DURRANT WE & DONG X. 2004. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology* 42: 185-209.
- FAGHERAZZI AF et al. 2017. La coltivazione dei piccoli frutti in sudAmerica: non solo mirtili. *Frutticoltura* 7/8. 5p.

- FAVARO R et al. 2019. Ácido salicílico: indutor de resistência ao ácaro rajado na cultura do morangueiro. *Hortic. Bras.* [online] 37: 60-64.
- GOMES FB et al. 2005. Resistance induction in wheat plants by silicone and aphids. *Scientia Agricola* 62: 547-551.
- GUYOT MSD et al. 2015. Agroecologia e resiliência às mudanças climáticas na agricultura familiar: Estudo de caso no Semiárido da Bahia. Piracicaba: ESALQ. 134p.
- LIMA CSM et al. 2009. Custos de implantação e condução de pomar de *Physalis* na região sul do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Ceres* 56: 551-561.
- LIZ KM et al. 2020. Ácido salicílico no cultivo e pós-colheita do morangueiro em sistema de produção fora do solo. *Revista cultivando o saber* 13: 71-85.
- MARCHIORO CA et al. 2017. Estimating the development rate of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using linear and nonlinear models. *Pest Management Science* 73: 1486-1493.
- MARO LAC et al. 2013. Bioactive Compounds, antioxidant activity and mineral composition of fruits of raspberry cultivars grown in subtropical areas in Brazil. *Fruits* 68: 209-217.
- MENESES NB et al. 2016. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. *Revista agroambiental* 10: 123-129.
- MIRANDA J et al. 2019. Pre-harvest application of salicylic acid influence physicochemical and quality characteristics of 'Chimarrita' peaches during cold storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 31: 46-52.
- MUNIZ J et al. 2011. Sistema de condução para cultivo de *physalis* no planalto catarinense. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33: 830-838.
- MUNIZ J et al. 2015. *Physalis*: panorama produtivo e econômico no Brasil. *Horticultura Brasileira* 33.
- OLIVARES-TENÓRIO ML et al. 2016. Health-promoting compounds in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.): review from a supply chain perspective. *Trends in Food Science & Technology* 57: 83-92.
- OLIVEIRA JR et al. 2020. Produção de pequenas frutas no Brasil: um mercado em potencial. *Enciclopédia biosfera* 17: 362-379.
- PELIZZA TR et al. 2009. Coberturas do solo e crescimento da macieira na implantação de um pomar em sistema orgânico de produção, *Revista Brasileira de Fruticultura* 31: 739-748.
- PEREDA MSB et al. 2019. Nutritional and antioxidant properties of *Physalis peruviana* L. fruits from the Argentinean northern Andean region. *Plant Foods for Human Nutrition* 74: 68-75.
- PRIMAK TK & LIMA CSM. 2017. Ácido salicílico nas características agrônômicas e físico químicas de couve folhas. *Revista científica eletrônica de agronomia* 32. 14p
- RADIN B et al. 2011. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. *Horticultura Brasileira* 29: 287-291.
- RAMIREZ F et al. 2013. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) phenology according to the bbch phenological scale. *Scientia Horticulturae* 162: 39-42.
- RIBEIRO EC et al. 2016. Onion Yield Under Agroecological Farming system using distinct irrigation depths soil covers. *Ciência Rural* 46: 783-789.
- RITCHIE et al. 1992. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology/ Cooperative Extension Service. (Special Report 48).
- RUFATO AR. et al. 2013. A cultura da *physalis*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 67p.
- RUFATO L et al. 2008. Aspectos técnicos da cultura da *physalis*. Lages: CAV/UEDESC e Pelotas: UFPel. 100p
- SÁNCHEZ GR et al. 2010. El ácido salicílico y su participación en resistencia a patógenos en plantas. *Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias* 12: 90-95.
- SANTOS et al. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília: Embrapa. 353p.
- SILVA LCV et al. 2021. Efeito alelopático do extrato foliar de eucalipto na germinação de sementes de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 4: 1315-1320.
- SILVA MS et al. 2016a. Aplicação exógena do ácido salicílico em maracujazeiro-amarelo para o controle do vírus do endurecimento dos frutos. *Arquivos do Instituto Biológico* 83: 1-7.
- SILVA DF et al. 2016b. The production of *Physalis* spp. seedlings grown under different-colored shade nets. *Acta Scientiarum. Agronomy* 38: 257-263.
- SOUZA JTA et al. 2018. Macrofauna do solo cultivado com palma forrageira asem e com cobertura edáfica. *Acta Biológica Catarinense* 5: 33-41.
- TAMAOKI D et al. 2013. Jasmonic acid and salicylic acid activate common defense system in rice. *Plant Signaling & Behavior* 8: e24260.
- VAZ JM et al. 2020. Cobertura morta de solo no cultivo orgânico de *physalis* (*Physalis peruviana* L.). *Brazilian Journal of Development* 6: 80113-80130.
- VIEIRA JG. 2011. Exogenous application of salicylic acid in bean stalks. *Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)*. presidente Prudente: Unoeste. 48p.
- VILLELA JCB et al. 2014. Caracterização molecular de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*) com marcadores microsatélites. *Horticultura Brasileira* 32: 131-137.
- ZAREIE R et al. 2002. Isolation of fungal cell wall degrading proteins from barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves infected with *Rhynchosporium secalis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 15: 1031-1039.