



EMILY RENATA MOREIRA

RESISTÊNCIA A *Helicoverpa armigera* E A *Spodoptera frugiperda* EM GENÓTIPOS DE TOMATE COM DIFERENTES TEORES FOLIARES DE ACILAÇÚCARES

**LAVRAS - MG
2021**

EMILY RENATA MOREIRA

**RESISTÊNCIA A *Helicoverpa armigera* E A *Spodoptera frugiperda* EM GENÓTIPOS
DE TOMATE COM DIFERENTES TEORES FOLIARES DE ACILAÇÚCARES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof^a. Dra. Luciane Vilela Resende
Orientadora

Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza
Coorientador

**LAVRAS - MG
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Moreira, Emily Renata.

Resistência a *Helicoverpa Armigera* e a *Spodoptera
Frugiperda* em genótipos de tomate com diferentes teores foliares
de açúcares / Emily Renata Moreira. - 2021.

41 p. : il.

Orientador(a): Luciane Vilela Resende.

Coorientador(a): Bruno Henrique Sardinha De Souza.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Melhoramento genético. 2. Aleloquímico. 3. Lagarta. I.
Resende, Luciane Vilela. II. De Souza, Bruno Henrique Sardinha.
III. Título.

EMILY RENATA MOREIRA

RESISTÊNCIA A *Helicoverpa armigera* E A *Spodoptera frugiperda* EM GENÓTIPOS DE TOMATE COM DIFERENTES TEORES FOLIARES DE ACILAÇÚCARES

RESISTANCE TO *Helicoverpa armigera* AND *Spodoptera frugiperda* IN TOMATO GENOTYPES WITH DIFFERENT ACYLSUGAR LEAF CONTENTS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de julho de 2021.

Dr. Moacir Rossi Forim	UFSCAR
Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza	UFLA
Dr. Sebastião Márcio de Azevedo	UFLA



Prof. Dra. Luciane Vilela Resende
Orientadora

Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza
Coorientador

**LAVRAS - MG
2021**

*A Deus, por estar presente em mais uma etapa da minha vida.
Aos meus pais, José Claudio Moreira e Edina Moreira, por todo o apoio, positividade,
amizade, e pela confiança depositada em mim.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser o grande autor de minha vida.

Aos meus pais, pela confiança em meu potencial.

Ao meu namorado Rafael Lahiri Namur, pelo apoio e paciência.

A todos os meus familiares e amigos, pela ajuda direta ou indiretamente.

Às minhas queridas amigas Lissa e Aline, por todo o apoio e carinho.

Ao departamento de Agricultura, em especial ao setor de Olericultura, que me auxiliou em todas as etapas de cultivo dos genótipos. Minha eterna gratidão à técnica Stefany e aos servidores Josimar e Luizinho.

Ao departamento de Entomologia, em especial ao professor e coorientador Bruno, à doutoranda Fernanda e ao mestrando Muller, pelos auxílios no laboratório, pelo conhecimento compartilhado e pela amizade.

Aos servidores de Ijaci e aos ex-alunos, pelo desenvolvimento e fornecimento dos genótipos.

Ao meu orientador Maluf, pelo conhecimento transmitido.

Ao Núcleo de estudos em Olericultura por todo o conhecimento compartilhado.

Ao programa de Fitotecnia – Olericultura da UFLA, pela oportunidade de realização do mestrado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – Brasil (CAPES) Código de financiamento 001.

Muito obrigada!

“Não existe nada fora de você que permita que você se torne melhor, mais forte, mais rico, mais rápido ou mais inteligente. Tudo vem de dentro. Tudo existe. Não procure nada fora de si mesmo.” (Miyamoto Musashi)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a relação dos acilaçúcares com a resistência de genótipos de tomateiro às pragas *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda*. Para tal, 12 genótipos com diferentes teores foliares de acilaçúcares foram utilizados nos testes. Os genótipos com baixo teor foram: Paraty F1, Ibiza F1, TOM-684, TOM-694 e Santa Clara; com teor intermediário: F1(BPX-443D-05-06-101 x NC-123S), F1(BPX-443D-03-02-113 x NC-946), F1(BPX-466D-174-01-05-108 x NC-946) e F1(TOM-688 x TOM-684) e; com alto teor: BPX-443D-05-06-101, BPX-443D-03-02-113, BPX-466D-174-01-05-108. Os testes foram realizados em laboratório, sendo eles: consumo foliar, biomassa e mortalidade das lagartas. As análises de consumo foliar dos genótipos e de biomassa das lagartas mostraram que os tratamentos que contêm acilaçúcares possuem maior resistência às pragas, bem como a análise de mortalidade de *H. armigera*. Apenas para a mortalidade de *S. frugiperda* não houve diferença significativa entre os tratamentos. Este aleloquímico, portanto, pode atuar impedindo a alimentação e exercer efeito deletério no desenvolvimento de *H. armigera* e *S. frugiperda* no terceiro ínstar de desenvolvimento das pragas.

Palavras-chave: Melhoramento genético. Aleloquímico. Lagarta. *Solanum lycopersicum*.

ABSTRACT

The objective of this study was to study the relationship of acylsugars with the resistance of tomato genotypes to the pests *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera frugiperda*. For this purpose, 12 genotypes with different foliar acylsugar contents were used in the analysis. The genotypes with low content were: Paraty F1, Ibiza F1, TOM-684, TOM-694 and Santa Clara; with intermediate content: F1 (BPX-443D-05-06-101 x NC-123S), F1 (BPX-443D-03-02-113 x NC-946), F1 (BPX-466D-174-01-05-108 x NC-946) and F1 (TOM-688 x TOM-684); and with high content: BPX- 443D-05-06-101, BPX-443D-03-02-113, BPX-466D-174-01-05-108. The analysis were performed in the laboratory, being them: leaf consumption, biomass and caterpillar mortality. The analysis of leaf consumption of genotypes and biomass of caterpillars revealed that treatments containing acylsugars have greater resistance to pests, as well as the analysis of mortality of *H. armigera*. Only for *S. frugiperda* mortality there was no significant difference between treatments. This allelochemical can therefore act by preventing feeding and the deleterious effect on the development of *H. armigera* and *S. frugiperda* in the third instar of pest development.

Keywords: Genetical enhancement. Allelochemical. Caterpillar. *Solanum lycopersicum*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Aspectos gerais da cultura do tomateiro	13
2.2	Importância econômica e social	14
2.3	Genótipos com potencial resistência a <i>Helicoverpa armigera</i> e a <i>Spodoptera frugiperda</i>	15
2.4	Aleloquímicos como fonte de resistência a insetos-praga	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Local e condições do experimento	19
3.2	Genótipos	19
3.3	Obtenção de <i>H. armigera</i> e <i>S. frugiperda</i>	20
3.4	Teste de consumo da planta em laboratório	21
3.5	Análise estatística	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Teste de preferência alimentar sem chance de escolha com <i>Helicoverpa armigera</i>	23
4.2	Teste de preferência alimentar sem chance de escolha com <i>Spodoptera frugiperda</i>	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* - Solanaceae) está entre as hortaliças mais cultivadas e consumidas do mundo. Segundo os dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2019), o Brasil situa-se como 9º maior produtor da cultura, o que equivale a 3,9 milhões de toneladas.

A cultura é atacada por uma grande variedade de pragas que são fatores limitantes ao sucesso do cultivo e produção. Insetos-praga já estabelecidos (mosca-branca/*Bemisia tabaci*, tripses/*Frankliniella schultzei* e *Thrips palmi*, pulgões/*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*, traça-do-tomateiro/*Tuta absoluta* e broca-pequena-do-fruto/*Neoleucinodes elegantalis*) são considerados os principais da cultura (MOURA; GUIMARÃES; MICHEREFF FILHO, 2012). Outros insetos que podem causar grandes perdas econômicas no tomateiro são a *Helicoverpa armigera* e a *Spodoptera frugiperda*.

A broca-do-tomateiro, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga de introdução recente que causa danos tanto na parte vegetativa quanto nos frutos, causando elevadas perdas às lavouras (SAJJAD *et al.*, 2011). Lagartas de *Helicoverpa armigera* atacam mais de 100 espécies de plantas, incluindo culturas amplamente cultivadas e economicamente importantes, como algodão, milho, soja, feijão, sorgo, trigo, além de tomate, o que a torna uma espécie de hábito alimentar polífago (TALEKAR; OPENA; HANSON, 2005).

O primeiro registro da praga no continente americano foi em 2013, em infestações nas culturas da soja e do algodão nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso (CZEPAK *et al.*, 2013). Mais recentemente, também foi relatada sua ocorrência em cultivos de tomate no estado do Espírito Santo (PRATISSOLI *et al.*, 2015).

Outra praga que ataca o tomateiro e pode apresentar elevadas perdas econômicas é a lagarta-militar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Lagartas de *Spodoptera frugiperda* também possuem hábito alimentar polífago (SOO HOO; FRAENKEL, 1966; LUGINBILL, 1928) e nos últimos anos agrícolas, grandes infestações dessa praga foram detectadas no tomate (CZEPAK *et al.*, 2011), principalmente por causa de outras culturas hospedeiras utilizadas em áreas próximas ou em sucessão, proporcionando um fornecimento contínuo de alimento para os insetos (SANTOS *et al.*, 2009).

Na cultura do tomate, os danos causados pelas lagartas de *S. frugiperda* começam após o transplante das mudas para o campo e podem se estender ao longo do desenvolvimento da planta. As lagartas inicialmente se agrupam e se alimentam raspando o parênquima foliar e ao

longo do desenvolvimento distribuem-se pela planta, alimentando-se de diferentes estruturas, principalmente folhas e frutos (CZEPAK *et al.*, 2011; KING; SAUNDERS, 1984).

Lagartas de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* têm sido controladas principalmente com aplicação de inseticidas sintéticos, cujo uso indiscriminado pode levar a evolução da resistência de populações destes insetos em campo, dentre outros fatores adversos (SCHMIDT, 2002). Existem vários relatos de resistência de pragas a inseticidas, o que também é observado em *H. armigera* aos grupos químicos abamectina, deltametrina, profenofós, fenvalerato, phoxim e benzoato de emamectina (SENE *et al.*, 2020; YANG; LI; WU, 2013) e em *S. frugiperda* aos organofosforados, carbamatos, espinosinas, piretroides e benzoato de emamectina (BOAVENTURA *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2021).

A utilização de genótipos de tomateiro resistentes às pragas em combinação com outros métodos de controle é a estratégia mais eficaz para a redução das densidades das populações dos insetos em programas de manejo integrado de pragas. O uso de cultivares resistentes mantém a densidade populacional do inseto-praga abaixo do nível de dano econômico, não causando desequilíbrios dentro do agroecossistema e não agregando custos adicionais ao agricultor; além disso, tem efeito persistente durante o ciclo fenológico da cultura e também por ser compatível com outros métodos de controle nos sistemas de manejo integrado de pragas.

A resistência do tomateiro a insetos associada a certos tipos de aleloquímicos como 2-tridecanona (2-TD), zingibereno (ZGB) e acilaçúcares (AA) tem sido exaustivamente estudada por diversos autores (CARTER; SACALIS; GIANFAGNA, 1988; JUVIK *et al.*, 1994; ARAGÃO; DANTAS; BENITES, 2000; TOSCANO; BOIÇA JÚNIOR; MARUYAMA, 2002; RESENDE *et al.*, 2006; MACIEL *et al.*, 2007; FREITAS *et al.*, 2008; GONÇALVES NETO, 2008; MACIEL, 2008; SILVA *et al.*, 2009; MALUF *et al.*, 2010a; MALUF *et al.*, 2010b; OLIVEIRA *et al.*, 2012; GOUVEIA *et al.*, 2018).

Os acilaçúcares consistem em ácidos graxos de cadeia ramificada esterificados nos grupos hidroxila de glicose ou sacarose e estão presentes nos tricomas glandulares tipo IV (FOBES; MUDD; MARSDN, 1985; BURKE; GOLDSBY; MUDD, 1987) em espécies selvagens de tomateiro. Estes aleloquímicos podem desencadear um efeito metabólico tóxico (antibiose) ou de antixenose (não-preferência) sobre insetos fitófagos (MALUF *et al.*, 2010a; TIAN *et al.*, 2012; DIAS *et al.*, 2016).

Os acilaçúcares são encontrados em tricomas de muitos gêneros de plantas solanáceas, incluindo *Solanum*, *Nicotiana*, *Datura* e *Petunia* (CHORTYK; KAYS; TENG, 1997; KROUMOVA; WAGNER, 2003). Eles se acumulam em grandes quantidades em *Solanum*

pennellii (FOBES; MUDD; MARSDN, 1985) e os níveis de acilacúcares variam em quantidades totais, na proporção de esqueletos de sacarose ou glicose e nos tipos de ésteres de ácidos graxos em relação aos esqueletos de açúcar (SHAPIRO; STEFFENS; MUTSCHLER, 1994; KIM *et al.*, 2012).

O uso do melhoramento genético na busca de genótipos resistentes via aleloquímicos tem sido uma boa alternativa nos trabalhos de pesquisa. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre genótipos de tomateiro com diferentes níveis de acilacúcares para a resistência à *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda*, insetos pouco estudados quanto ao comportamento frente a este aleloquímico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do tomateiro

O tomate pertence à família Solanaceae e, atualmente, é classificado como sendo do gênero *Solanum*. A nomenclatura científica desta espécie já passou por várias mudanças. A princípio, Linnaeus classificou o tomate como *Solanum lycopersicum*, mesmo gênero da batata (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006). Em 1754, Miller classificou o tomate como *Lycopersicon esculentum* (FERREIRA; FREITAS, 2005), entretanto, o gênero *Lycopersicon* deixou de ser reconhecido, voltando ao gênero *Solanum*, sendo classificado como *Solanum esculentum*. Posteriormente, por meios de avançadas tecnologias como a utilização de sequência de DNA em estudos filogenéticos, e estudos de morfologia e de distribuição, os taxonomistas, botânicos e melhoristas concordaram que a espécie do tomate deveria ser *lycopersicum*, proposta inicialmente por Linnaeus. Portanto, atualmente o tomate é classificado como *Solanum lycopersicum* (PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006).

Embora anteriormente acreditava-se ter sido o Peru, o centro de domesticação do tomate, a grande maioria das evidências históricas, linguísticas, arqueológicas e etnobotânicas favorece a indicação do México, particularmente a área de Veracruz-Puebla, como o principal centro de domesticação. Desta região, o tomate foi levado pelos espanhóis à Europa, no século XVI, disseminando-se para outras regiões do mundo (RICK, 1976).

A introdução do tomate no Brasil ocorreu no início do século XIX, por meio dos imigrantes italianos e espanhóis, porém, o seu consumo se consolidou com maior intensidade depois da Primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, 2004).

O tomateiro pode se desenvolver de forma rasteira, semiereta ou ereta. Pode apresentar crescimento limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2004). A cultura suporta uma amplitude térmica de 10 a 34 °C, devendo a média ideal ser de 21 °C, dando-se preferência para o plantio em épocas ou locais de pouca precipitação pluvial e baixa umidade relativa do ar (GIORDANO; SILVA, 2000). O solo para plantio deve ser profundo, de fácil drenagem, areno-argiloso, com teor de matéria orgânica em torno de 3% e níveis adequados de nutrientes (FONTES, 2000).

Os programas de melhoramento do tomateiro têm objetivo de atender as necessidades dos produtores e consumidores, buscando a melhoria de diversas características da planta, tais como firmeza e uniformidade dos frutos, amadurecimento precoce, adequado número e

peso de frutos, variedades com múltiplos usos, aumento no conteúdo de nutrientes e carotenoides, especialmente licopeno, além de resistência a doenças e a artrópodes-praga. A primeira fonte de variabilidade utilizada para o melhoramento em tomate foi a variabilidade intraespecífica, o que permitiu grandes avanços com esta cultura. Entretanto, essa variabilidade não foi suficiente para solucionar todos os problemas causados por doenças, pragas e aspectos organolépticos e qualidade nutricional dos frutos, o que conduziu à procura por novas fontes de variação em espécies selvagens, utilizando-se cruzamentos interespecíficos (DIEZ; NUEZ, 2008).

2.2 Importância econômica e social

A área plantada com tomateiro em nível mundial, em 2019, foi de aproximadamente 6,12 milhões de hectares, com produtividade média de 243,63 milhões de toneladas. A China é o maior produtor mundial, com 62,87 milhões de toneladas, seguida pela Índia com 19 milhões de toneladas (FAO, 2019). Cultiva-se cerca de 54 mil hectares de tomateiro dentro do território brasileiro, com produção anual de 3,9 milhões de toneladas, o que torna o tomate a olerícola de maior volume comercializado (FAO, 2019).

Além do aspecto econômico, a cultura também assume grande importância social, por ser uma fonte geradora de empregos, tanto na zona rural como nos centros urbanos (BARBOSA, 2007). O cultivo do tomateiro exige alto nível tecnológico e intensa utilização de mão de obra, sendo uma fonte geradora de empregos, tanto em campo, como em sistemas protegidos, estimando-se a geração de 4 a 5 empregos diretos por hectare por ano (MEDEIROS; VILELA; FRANÇA, 2006).

O tomate tem ocupado lugar de destaque na mesa do consumidor, dada sua grande importância na alimentação, o que o leva à promissora perspectiva de aumento do cultivo, tendo em vista a alta demanda, tanto *in natura*, como industrializada. O aumento de seu consumo também está relacionado ao aumento de demanda por alimentos industrializados ou semiprontos, como é o caso dos molhos pré-preparados ou prontos para o consumo, como os *ketchups* (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

O consumo dos frutos contribui para uma dieta saudável e bem equilibrada, por serem ricos em minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais e fibras dietéticas. As propriedades antioxidantes do carotenoide licopeno que dá a cor vermelha ao tomate, são capazes de prevenir diversos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e degenerativas. Aparentemente, o licopeno atua retardando ou amenizando os efeitos dos radicais livres, moléculas instáveis

que danificam as células sadias do organismo (GIOVANNUCI, 1998). Especialistas preconizam que o desenvolvimento de cultivares de hortaliças, frutas e cereais com qualidades nutracêuticas reconhecidas pela comunidade científica, constitui um dos principais fatores de redirecionamento da indústria de alimentos em todo o mundo nas próximas décadas (MELO; VILELA, 2005).

2.3 Genótipos com potencial resistência a *Helicoverpa armigera* e a *Spodoptera frugiperda*

Safuraie-Parizi, Fathipour e Talebi (2014) avaliaram a resistência de genótipos de tomateiro por meio da análise de sobrevivência de lagartas recém-eclodidas até chegarem a fase adulta. A menor taxa de sobrevivência de *H. armigera* foi observada em 'Imprial' e a maior foi em 'Petomech'. Os resultados revelaram que 'Petomech' foi a cultivar mais suscetível e 'Imprial' a cultivar mais resistente à praga entre as cultivares de tomate testadas.

Selvanarayanan e Narayanasamy (2006) selecionaram três genótipos de tomateiro (PT 4287, Varushanadu Local e Sejjima Jeisei) resistentes a *H. armigera*, em testes realizados em casa de vegetação. Comparados a uma testemunha suscetível, os genótipos apresentaram maior mortalidade larval e pupal; prolongamento dos estágios de larva e pupa; declínio na emergência e longevidade de adultos, além de maior porcentagem de deformação nos adultos. Mediante avaliação em campo da população de lagartas e injúrias às folhas e aos frutos, foi selecionado Varushanadul Local como o genótipo mais resistente.

Kouhi, Naseri e Golizadeh (2014) avaliando o desempenho nutricional dos estágios larvais de quarto, quinto e sexto instares de *H. armigera* em frutos de oito cultivares de tomateiro, verificaram que a eficiência de conversão do alimento digerido foi menor na cultivar Rio Grande UG, indicando potencial resistência desta cultivar a *H. armigera*.

Em avaliação da porcentagem de infestação de frutos e população de lagartas de *H. armigera* por planta, em diferentes genótipos de tomate, verificou-se que os genótipos Sahil, Pakit e Nova Mecb podem ser utilizados como fontes de resistência a *H. armigera* (SAJJAD *et al.*, 2011).

Silva *et al.* (2016) avaliando resistência a *H. armigera* em genótipos de tomateiro obtidos do cruzamento de *Solanum lycopersicum* com *Solanum galapagense* encontraram que genótipos da população F2, com alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV (BPX-486-17, BPX-486-62, BPX-486-10, BPX-486-46 e BPX-486-08), apresentam maiores níveis de resistência, tanto por antibiose quanto por antixenose, do que os genótipos com

baixa densidade de tricomas glandulares (BPX-486-313 e BPX-486-383) e do que as testemunhas 'Santa Clara' e TOM-684. Os níveis de resistência foram menores do que os do genitor silvestre LA-1401.

Souza *et al.* (2013) realizaram testes de preferência alimentar (antixenose) com e sem chance de escolha, avaliando-se a atratividade dos genótipos de tomateiro para *S. frugiperda*, em tempos pré-estabelecidos após sua liberação, além da massa foliar consumida. A cultivar Santa Clara foi utilizada como testemunha suscetível. Os autores verificaram que os genótipos LA 716 (*S. pennellii*) e PI 126931 (*S. pimpinellifolium*) foram os menos atrativos a *S. frugiperda*, enquanto Santa Clara foi o mais atrativo e consumido. Os autores consideraram que as causas da resistência de *S. pimpinellifolium* estão relacionadas a fatores químicos, como a presença de α -tomatina, e a fatores morfológicos, como a dureza da cutícula do fruto. A resistência de LA 716 (*S. pennellii*) não foi explicada na pesquisa, mas pode-se associá-la à presença de aleloquímicos como acilaçúcar.

2.4 Aleloquímicos como fonte de resistência a insetos-praga

A participação dos tricomas glandulares na resistência do tomateiro a diversas pragas pode estar associada à presença de exudatos químicos neles presentes, como os aleloquímicos. A espécie selvagem *S. pennellii* é utilizada como fonte de resistência em programas de melhoramento por conter aleloquímicos nos tricomas glandulares (FOBES; MUDD; MARSDN, 1985; GOOD-JR; SNYDER, 1988; FREITAS, 1999; ARAGÃO; DANTAS; BENITES, 2000). Entretanto, alguns autores afirmam que o teor de aleloquímicos como o acilaçúcar, pode não estar relacionado somente com a presença de tricomas glandulares, sugerindo que não somente os tricomas possuem estes compostos (GONÇALVES, 2006). Costa (2013) observaram que não existe associação entre densidade de qualquer tipo de tricoma glandular com o alto teor de acilaçúcar.

A resistência a artrópodes-praga obtida a partir de espécies de tomate selvagem como *S. pennellii* e *S. galapagense* tem sido associada à presença e maiores concentrações de acilaçúcares. Este aleloquímico pode atuar impedindo a oviposição, a alimentação, ou ainda, exercendo efeito deletério no desenvolvimento de determinadas fases de um artrópodo-praga (RESENDE *et al.*, 2006).

Alguns acessos de tomates selvagens apresentaram níveis satisfatórios de resistência a insetos devido à presença de aleloquímicos, principalmente sesquiterpeno (zingibereno) ou 2-tridecanona em amostras de *S. habrochaites*, acilaçúcares em amostras de *S. pennellii* e em *S.*

galapagense (CARTER; SACALIS; GIANFAGNA, 1988; FREITAS *et al.*, 2008; TOSCANO; BOIÇA JÚNIOR; MARUYAMA, 2002; MALUF *et al.*, 1997; GONÇALVES *et al.*, 1998; GONÇALVES *et al.*, 2006; RESENDE *et al.*, 2006; ANDRADE *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016).

Os aleloquímicos exercem um efeito deletério no desenvolvimento larval e na sobrevivência da *Spodoptera exigua* e de *Helicoverpa zea*. As larvas de ambas as espécies, quando submetidas à dieta artificial contendo acilaçúcares, mostraram um retardamento na taxa de crescimento (JUVIK *et al.*, 1994).

Os programas brasileiros de melhoramento de tomate visando o desenvolvimento de cultivares resistentes a pragas, adotaram a estratégia de incorporar alelos de resistência de espécies selvagens contendo aleloquímicos relacionados à resistência em cultivares comerciais (MALUF *et al.*, 2007). Maluf *et al.* (2010a) obtiveram materiais resistentes a pragas por meio de cruzamento com *Solanum pennellii* mediante seleção para maior teor de acilaçúcares. Os autores relataram que híbridos entre genótipos com alto vs baixo teor de acilaçúcares mostraram resistência satisfatória a *Bemisia tabaci* biótipo B e *Tuta absoluta* em nível semelhante ao de linhagens homozigotas com alto teor de acilaçúcares, tanto os híbridos quanto as linhagens com alto teor de acilaçúcar foram mais resistentes do que as testemunhas suscetíveis.

Genótipos selecionados com maiores teores de 2-tridecanona, tais como BPX-365F e BPX-367D apresentaram níveis de resistência à *Tuta absoluta* superiores aos das testemunhas suscetíveis. Devido à alta concentração de tricomas glandulares nestas linhagens, os autores presumiram que os genótipos BPX-365F e BPX-367D possuem concentrações elevadas de 2-tridecanona porque consideraram que este aleloquímico se acumula nos tricomas (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Maciel *et al.* (2007) e Gonçalves Neto (2008), demonstraram que linhagens avançadas de tomateiro com alto teor de acilaçúcar apresentaram altos níveis de resistência à *Tuta absoluta*. As linhagens resistentes foram obtidas a partir de cruzamento com *S. pennellii* LA716. Foi possível a obtenção de híbridos resistentes a artrópodos-praga, mesmo usando linhagens de alto teor cruzadas com linhagens de baixo teor, uma vez que o gene que confere resistência é considerado recessivo.

Maciel (2008) testando diferentes combinações híbridas entre linhagens com altos teores e linhagens com baixos teores de acilaçúcares, comprovou ótimos níveis de resistência à mosca branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), à traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae*). Os materiais testados são derivados originalmente de

cruzamento interespecífico entre *S. pennellii* LA716 e *S. lycopersicum*. O autor também concluiu que a utilização de apenas um parental com alto teor de acilaçúcar é suficiente para obter híbridos resistentes.

Silva *et al.* (2009) compararam os graus de resistência a *B. tabaci* biótipo B e *Tetranychus urticae* em híbridos de tomateiro resultantes do cruzamento de linhas com alto conteúdo de zingibereno (derivados de cruzamento interespecífico com *S. habrochaites* P1127826) e acilaçúcares (obtido a partir de cruzamento com *S. pennellii* LA716). Os autores descobriram que ambos os aleloquímicos foram eficazes em conferir resistência a pragas em homozigotos e heterozigotos.

Gouveia *et al.* (2018), avaliando a resistência de genótipos de tomate com alto teor foliar de acilaçúcar ao ácaro *Tetranychus urticae*, verificaram que os genótipos homozigotos e heterozigotos com maior teor de acilaçúcares exibem níveis mais altos de repelência ao ácaro do que os genótipos com baixo conteúdo deste aleloquímico.

Embora tenham sido estabelecidas correlações entre a presença de aleloquímicos em linhagens e híbridos de tomateiro obtidos a partir de cruzamentos com espécies selvagens e o grau de resistência a diversas pragas (ARAGÃO; DANTAS; BENITES, 2000; MALUF *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2009; GONÇALVES NETO, 2008; MALUF *et al.*, 2010b; ANDRADE *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016; RESENDE, 2018), são escassos os estudos comprovando a relação dos acilaçúcares com a resistência de genótipos de tomateiro às pragas *H. armigera* e *S. frugiperda*, justificando a necessidade da avaliação dos níveis de resistência em genótipos contendo variáveis teores de acilaçúcares a essas duas importantes pragas desfolhadoras e de frutos de tomateiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e condições do experimento

O experimento foi conduzido em estufa no setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). As avaliações de resistência dos genótipos ao ataque de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram realizadas no Laboratório de Resistência de plantas e Manejo Integrado de Pragas (LARP-MIP) do Departamento de Entomologia da UFLA, em sala climatizada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ UR, e 12C:12E h).

3.2 Genótipos

Foram avaliados 12 genótipos de tomate com relação a resistência às pragas *H. armigera* e *S. frugiperda*. Os teores de açúcares dos genótipos listados na Tabela 1 baseiam-se em avaliações feitas anteriormente por Resende *et al.* (2018) e Maciel (2008).

As linhagens BPX-443D-05-06-101, BPX-443D-03-02-113 e BPX-466D-174-01-05-108 foram desenvolvidas a partir de cruzamento inicial de tomateiros comerciais com *S. pennellii* LA716, seguido de vários retrocruzamentos e autofecundação para obtenção de linhagens-elite com alto teor de açúcares. Tais linhagens foram consideradas resistentes a *T. absoluta* em experimento realizado por Resende (2018). Embora não tenham sido testadas quanto ao teor de açúcar em seu ensaio, o modo de obtenção das linhagens e esses resultados permitem considerá-las como possuidoras de alto teor de açúcares.

Os híbridos avaliados no presente experimento podem ser considerados como possuindo teor intermediário de açúcar, tendo em vista que Maciel (2008) demonstrou que híbridos entre linhagens com alto teor de açúcares, com linhagens com baixo teor, possuem teor intermediário deste aleloquímico.

Nas cultivares comerciais Santa Clara, TOM-694, TOM-684, Ibiza F1 e Paraty F1 não foram detectados açúcar (GOUVEIA *et al.*, 2018; ANDRADE *et al.*, 2018; OLIVEIRA, 2016).

Tabela 1 – Descrição dos genótipos de tomateiro utilizados para avaliação da resistência a *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda*.

Genótipos	Descrição	Teor de acilaçúcar
Paraty F1	Híbrido comercial	Baixo
Ibiza F1	Híbrido comercial	Baixo
TOM-684	Linhagem	Baixo
TOM-694	Linhagem	Baixo
Santa Clara	Cultivar	Baixo
BPX-443D-05-06-101	Linhagem	Alto (a)
BPX-443D-03-02-113	Linhagem	Alto (a)
BPX-466D-174-01-05-108	Linhagem	Alto (a)
F1(BPX-443D-05-06-101 x NC-123S)	Híbrido experimental (b)	Intermediário (c, d)
F1(BPX-443D-03-02-113 x NC-946)	Híbrido experimental (b)	Intermediário (c, d)
F1(BPX-466D-174-01-05-108 x NC-946)	Híbrido experimental	Intermediário (c, d)
F1(TOM-688 x TOM-684)	Híbrido experimental (b)	Intermediário (c, e)

^(a) Linhagem com presumido alto teor de acilaçúcar (RESENDE, 2018).

^(b) Híbrido desenvolvido por cruzamento entre linhagem com alto teor de acilaçúcar x linhagem com baixo teor de acilaçúcar.

^(c) Híbrido com teor intermediário de acilaçúcar (MACIEL, 2008).

^(d) NC-946 e NC-123S têm baixos teores de acilaçúcares.

^(e) TOM 688 tem alto teor de acilaçúcar (MACIEL, 2008).

Fonte: (RESENDE, 2018; MACIEL, 2008).

Os genótipos foram semeados em bandejas de poliestireno expandido de 162 células e foram realizadas adubações semanais das mudas. O transplântio ocorreu 30 dias após a semeadura dos genótipos para vasos de polietileno, com capacidade para 5 L contendo substrato comercial (marca Topstrato HA hortaliças) e mantidos em casa de vegetação, para utilização nos testes de resistência às lagartas *H. armigera* e *S. frugiperda*.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado contendo 12 tratamentos e 5 repetições, sendo que em cada repetição conteve duas plantas, uma para a avaliação com *H. armigera* e outra para avaliação com *S. frugiperda*. Posteriormente, foram coletadas folhas representativas de cada parcela dos genótipos para a realização das análises laboratoriais com cada uma das lagartas, que consistiram em mensurações do consumo da planta em laboratório e biomassa larval.

3.3 Obtenção de *H. armigera* e *S. frugiperda*

Os ovos de *H. armigera* foram obtidos de uma criação massal conduzida e comercializada pela empresa Pragas.com (www.pragas.com.vc.). As lagartas eclodidas foram mantidas em tubos de ensaio (8 x 2 cm) com dieta artificial solidificada ao fundo e preparada de acordo com Greene *et al.* (1976).

As lagartas de *S. frugiperda* foram provenientes da criação de manutenção do LARP-MIP do Departamento de Entomologia da UFLA em dieta artificial (GREENE *et al.*, 1976). A temperatura da sala de criação das lagartas foi mantida a 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12C:12E h. As lagartas foram utilizadas no ensaio quando estavam no terceiro ínstar de desenvolvimento larval, e mantidas até este estágio na dieta artificial.

3.4 Teste de consumo da planta em laboratório

Os testes de preferência alimentar sem chance de escolha com lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram realizados com os genótipos descritos na Tabela 1. Os testes foram realizados separadamente com as espécies de lagartas. As avaliações com *H. armigera* foram realizadas com folhas de tomateiro coletadas aos 40 dias após o transplântio, enquanto os testes com *S. frugiperda* com folhas coletadas 60 dias após o transplântio. O delineamento experimental de cada um dos ensaios foi inteiramente casualizado, com 12 genótipos e cinco repetições, sendo cada repetição constituída por quatro unidades experimentais representadas cada por uma placa de Petri. Foi preparado por meio de um vazador metálico e utilizado um disco foliar (2 cm de diâmetro) de cada folíolo (com a face abaxial voltada para cima), correspondente a um determinado genótipo em cada placa de Petri. As placas foram forradas com papel filtro umedecido com água destilada, no qual, posteriormente, foi liberada uma lagarta recém-eclodida proveniente da criação de manutenção. As placas foram mantidas em câmara climatizada do tipo BOD (25 ± 2 °C, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12C:12E h), e os ensaios tiveram duração total de 72 horas.

Após os términos dos ensaios, a massa seca consumida pelas lagartas foi avaliada com 72 horas após sua liberação nas placas de Petri. Para o cálculo da massa seca consumida, foi utilizada uma alíquota, constituída da massa seca de um disco foliar equivalente ao disco utilizada como repetição no ensaio, sem consumo.

Ao final do teste, os discos foram secados em estufa à 60 °C por 48 h, e o valor final da massa seca consumida pelas lagartas foi obtido subtraindo-se a quantidade remanescente nos discos consumidos durante o ensaio, da quantidade registrada na alíquota sem consumo. A avaliação da biomassa das lagartas foi realizada com 72 horas de idade, por meio da pesagem das lagartas em balança analítica de precisão. A avaliação da mortalidade das lagartas foi realizada por meio da contagem das lagartas mortas após o consumo dos genótipos.

3.5 Análise estatística

As médias foram agrupadas pelo teste de intervalo múltiplo de Duncan, por meio do aplicativo estatístico SAS. Foram estimados contrastes entre os vários grupos de tratamentos (testemunhas com baixo teor de acilaçúcares, linhagens com alto teor e híbridos com teor intermediário de acilaçúcares). Diferenças entre grupos de tratamentos com relação a porcentagem de lagartas vivas tiveram seus níveis de significância verificados pelo teste de qui-quadrado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teste de preferência alimentar sem chance de escolha com *Helicoverpa armigera*

O consumo foliar das lagartas de *H. armigera* nos genótipos usados como tratamentos-testemunha com baixos teores de acilaçúcares (TABELA 1) foi significativamente maior do que nos genótipos com teores intermediários ou elevados de acilaçúcar (TABELA 2). Contrastes entre grupos de tratamentos (TABELA 3) mostraram que lagartas consumiram em média, 3.28 mg a mais nos genótipos sem acilaçúcares do que naqueles com algum nível do aleloquímico (Contraste C1). Essas diferenças foram mais acentuadas com os genótipos homozigóticos com alto teor de acilaçúcares (Contraste C2) do que com os heterozigóticos (Contraste C3), quando comparados aos genótipos testemunha. Embora exista menor tendência ao consumo em genótipos com alto teor de acilaçúcares do que nos com teores intermediários pelas lagartas de *H. armigera*, tal diferença não foi significativa (Contraste C4). O comportamento da cultivar Santa Clara, testemunha de baixo teor de acilaçúcar, comumente utilizado em ensaios de resistência de plantas no Brasil, revelou-se bastante semelhante dos demais genótipos-testemunhas com baixo teor (Contraste C5). O consumo foliar por *H. armigera* em Santa Clara foi maior quando comparado aos genótipos com algum nível de acilaçúcares (Contraste C6), linhagens com alto teor (Contraste C7), e híbridos com teor intermediário (Contraste C8).

Estes resultados demonstram que a presença de acilaçúcar nos genótipos de tomateiro reduz significativamente o consumo das lagartas de *H. armigera*, e que esta redução é mais pronunciada nos genótipos com teor mais elevado de acilaçúcar, do que nos de teor intermediário. A presença de acilaçúcar no tomateiro está, portanto, associada a um mecanismo de resistência a *H. armigera* via antixenose por alimentação.

Tabela 2 – Consumo foliar dos genótipos de tomate por *Helicoverpa armigera*.

Genótipos	Massa seca consumida (mg)
Paraty F1	5,70 a
Ibiza F1	5,22 a
TOM-684	5,97 a
TOM-694	5,18 a
Santa Clara	6,17 a
BPX-443D-05-06-101	1,61 c
BPX-443D-03-02-113	1,72 c
BPX-466D-174-01-05-108	1,79 c
F1(BPX-443D-05-06-101 X NC-123S)	2,69 bc
F1(BPX-443D-03-02-113 X NC-946)	2,65 bc
F1(BPX-466D-174-01-05-108 X NC-946)	2,86 b
F1(TOM-688 X TOM-684)	3,23 b

Médias seguidas de diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 3 – Teste de significância de acordo com os contrastes de interesse para a análise de consumo larval por *H. armigera*

Contrastes de interesse	Estimativa (mg)	Significância
C1= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	3,28	**
C2= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	3,94	**
C3= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs híbridos com intermediário teor de acilaçúcar	2,79	**
C4= Linhagens com alto teor de acilaçúcar vs híbridos com intermediário teor de acilaçúcar	-1,15	ns
C5= Testemunha Santa Clara vs demais testemunhas com baixo acilaçúcar	0,66	ns
C6= Testemunha Santa Clara vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	3,81	**
C7= Testemunha Santa Clara vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	4,46	**
C8= Testemunha Santa Clara vs híbridos com teor intermediário de acilaçúcar	3,32	**

Fonte: Da autora (2021).

A biomassa das lagartas de *H. armigera*, após alimentação com folhas dos genótipos com baixos teores de acilaçúcares (TABELA 1) tendeu a ser significativamente maior do que o apresentado pelos genótipos com teores intermediários ou elevados de acilaçúcares (TABELA 4). Contrastes entre grupos de tratamentos (TABELA 5) mostraram que as lagartas pesaram em média 0,77 mg a mais após consumirem tratamentos sem acilaçúcares do que tratamentos com algum nível do aleloquímico (Contraste C1). Essas diferenças foram mais acentuadas quando consumidos os genótipos homozigóticos com alto teor de acilaçúcares (Contraste C2) do que com o consumo dos genótipos heterozigóticos (Contraste C3), quando comparados aos genótipos testemunha. Embora exista menor tendência de ganho de biomassa

das lagartas quando consumiram genótipos com alto teor de açúcares do que nos com teores intermediários, tal diferença não foi significativa (Contraste C4). A biomassa das lagartas quando consumiram a cultivar Santa Clara revelou-se semelhante ao dos demais genótipos-testemunha com baixo teor (Contraste C5), e foi maior quando comparado aos genótipos com algum nível de açúcares (Contraste C6), linhagens com alto teor (Contraste C7) e híbridos com teor intermediário (Contraste C8).

Estes resultados demonstram que a presença de açúcar nos genótipos de tomateiro reduz significativamente o ganho de biomassa das lagartas de *H. armigera*, e que esta redução é mais pronunciada nos genótipos com teor mais elevado de açúcares do que nos de teor intermediário. A presença de açúcar no tomateiro está, portanto, associada a um mecanismo químico de resistência a *H. armigera* via antixenose por alimentação e/ou antibiose, o que está de acordo com os trabalhos de Maluf *et al.* (2010a), Tian *et al.* (2012) e Dias *et al.* (2016).

Tabela 4 – Biomassa das lagartas *H. armigera* após o consumo dos genótipos

Genótipos	Biomassa (mg)
Paraty F1	1,81 abc
Ibiza F1	1,96 abc
TOM-684	2,04 ab
TOM-694	2,10 ab
Santa Clara	2,39 a
BPX-443D-05-06-101	1,17 de
BPX-443D-03-02-113	0,83 e
BPX-466D-174-01-05-108	1,34 cde
F1(BPX-443D-05-06-101 X NC-123S)	1,73 bcd
F1(BPX-443D-03-02-113 X NC-946)	1,58 bcd
F1(BPX-466D-174-01-05-108 X NC-946)	1,12 de
F1(TOM-688 X TOM-684)	1,20 de

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 5 – Teste de significância de acordo com os contrastes de interesse para a análise de biomassa das lagartas *H. armigera*

Contrastes de interesse	Estimativa (mg)	Significância
C1= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	0,77	**
C2= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	0,94	**
C3= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs híbridos com intermediário teor de acilaçúcar	0,65	**
C4= Linhagens com alto teor de acilaçúcar vs híbridos com com intermediário teor de acilaçúcar	-0,29	Ns
C5= Testemunha Santa Clara vs demais testemunhas com baixo acilaçúcar	0,42	Ns
C6= Testemunha Santa Clara vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	1,11	**
C7= Testemunha Santa Clara vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	1,27	**
C8= Testemunha Santa Clara vs híbridos com teor intermediário de acilaçúcar	0,98	**

Fonte: Da autora (2021).

A mortalidade das lagartas de *H. armigera* após consumo dos genótipos com baixos e intermediários teores de acilaçúcar foi visivelmente menor do que nos genótipos com teores elevados de acilaçúcares (TABELA 6). Testes de qui-quadrado (TABELA 7) mostraram que a mortalidade no genótipo-testemunha suscetível Santa Clara foi semelhante à mortalidade nas demais testemunhas que não possuem acilaçúcar (Teste C1). Por outro lado, as lagartas apresentaram mortalidade de 14,64% menor em Santa Clara do que nos tratamentos que possuem acilaçúcar (Teste C2) e 19,17% menor do que nas linhagens com acilaçúcar (Teste C3). A mortalidade das lagartas nos híbridos com doses intermediárias de acilaçúcar foi numericamente inferior à apresentada pela testemunha sem acilaçúcar Santa Clara mas superior às encontradas nas linhagens com alto teor, contudo, a mortalidade das lagartas após consumo dos híbridos que possuem acilaçúcar não apresentaram diferença significativa comparados com a mortalidade na testemunha suscetível Santa Clara (Teste C4) e dos tratamentos sem acilaçúcar (Teste C8).

Considerando o conjunto de testemunhas sem acilaçúcar, a mortalidade das lagartas foi numericamente superior a encontrada para as linhagens com alto teor de acilaçúcar e aos híbridos com teor intermediário, embora no primeiro caso a diferença tenha se revelado significativa (Teste C6), mas no segundo tenha sido não significativa (Teste C8).

A maior mortalidade das lagartas nos genótipos com algum nível de acilaçúcares (Testes C2, C6) indica que o aleloquímico promove resistência da planta ao inseto também

através de uma ação de antibiose. Essa ação é mais pronunciada nos genótipos com alto teor de acilaçúcar (Testes C3, C7) do que nos híbridos de teor intermediário (Testes C4, C8).

Tabela 6 – Mortalidade das lagartas *H. armigera* após o consumo dos genótipos

Grupos de tratamentos	Acilaçúcar	% mortas
Santa Clara	Não	7,50%
Paraty, Ibiza, TOM-684, TOM-694	Não	13,50%
Linhagens com acilaçúcar	Sim	26,67%
Híbridos com acilaçúcar	Sim	18,75%
Tratamentos sem acilaçúcar (todos)	Não	12,50%
Tratamentos com acilaçúcar (todos)	Sim	22,14%

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 7 – Teste de significância de acordo com os contrastes de interesse para a análise de mortalidade das lagartas *H. armigera*

Comparacao de %lagartas mortas	Diferença (% mortas)	Chi-quadrado(1g.l)
C1 Santa Clara vs demais tratamentos sem acilaçúcar	-5,00%	1,143 ns
C2 Santa Clara vs tratamentos com acilaçúcar	-14,64%	4,636 *
C3 Santa Clara vs linhagens com acilaçúcar	-19,17%	6,449 *
C4 Santa Clara vs híbridos com acilaçúcar	-11,25%	2,940 ns
C5 Linhagens com acilaçúcar vs híbridos com acilaçúcar	7,92%	2,493 ns
C6 Tratamentos sem acilaçúcar vs tratamentos com acilaçúcar	-9,64%	7,310 **
C7 Tratamentos sem acilaçúcar vs linhagens com acilaçúcar	-14,17%	10,282 **
C8 Tratamentos sem acilaçúcar vs híbridos com acilaçúcar	-6,25%	2,683 ns

Fonte: Da autora (2021).

4.2 Teste de preferência alimentar sem chance de escolha com *Spodoptera frugiperda*

O consumo das lagartas de *S. frugiperda* nos tratamentos-testemunha com baixos teores de acilaçúcar foi significativamente maior do que o apresentado pelos genótipos com teores intermediários ou elevados de acilaçúcares (TABELA 8). Contrastes entre grupos de tratamentos (TABELA 9) mostraram que as lagartas consumiram em média 3.24 mg a mais nos tratamentos sem acilaçúcar do que de tratamentos com algum nível de acilaçúcar (Contraste C1). Essas diferenças foram numericamente mais acentuadas com os genótipos homozigóticos com alto teor de acilaçúcar (Contraste C2) do que com os genótipos heterozigóticos (Contraste C3), quando comparados aos genótipos-testemunha. Embora exista menor tendência ao consumo em genótipos com alto teor de acilaçúcar do que nos com teores intermediários, tal diferença não foi significativa (Contraste C4). O comportamento da cultivar Santa Clara, revelou-se semelhante ao das demais testemunhas com baixo teor (Contraste C5): o consumo foliar em Santa Clara foi maior quando comparado aos genótipos com algum nível de acilaçúcar (Contraste C6), linhagens com alto teor (Contraste C7) e híbridos com teor intermediário (Contraste C8).

Estes resultados demonstram que a presença de acilaçúcar nos genótipos de tomateiro reduz significativamente o consumo foliar das lagartas de *S. frugiperda*, e que esta redução tende a ser mais pronunciada nos genótipos com teor mais elevado de acilaçúcar do que nos de teor intermediário. A presença de acilaçúcar no tomateiro está, portanto, associada a um mecanismo químico de resistência a *S. frugiperda* via antixenose por alimentação e/ou antibiose.

Tabela 8 – Consumo foliar dos genótipos de tomate por *Spodoptera frugiperda*

Genótipos	Massa seca consumida (mg)
Paraty F1	4,76 bc
Ibiza F1	5,31 ab
TOM-684	5,46 ab
TOM-694	5,55 ab
Santa Clara	7,04 a
BPX-443D-05-06-101	1,51 d
BPX-443D-03-02-113	1,36 d
BPX-466D-174-01-05-108	1,60 d
F1(BPX-443D-05-06-101 X NC-123S)	1,92 d
F1(BPX-443D-03-02-113 X NC-946)	2,95 cd
F1(BPX-466D-174-01-05-108 X NC-946)	4,14 bc
F1(TOM-688 X TOM-684)	3,22 cd

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 9 – Teste de significância de acordo com os contrastes de interesse para a análise de consumo larval por *Spodoptera frugiperda*

Contrastes de interesse	Estimativa (mg)	Significância
C1= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	3,24	**
C2= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	4,13	**
C3= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs híbridos com intermediário teor de acilaçúcar	2,57	**
C4= Linhagens com alto teor de acilaçúcar vs híbridos com intermediário teor de acilaçúcar	-1,57	ns
C5= Testemunha Santa Clara vs demais testemunhas com baixo acilaçúcar	1,77	ns
C6= Testemunha Santa Clara vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	4,65	**
C7= Testemunha Santa Clara vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	5,55	**
C8= Testemunha Santa Clara vs híbridos com teor intermediário de acilaçúcar	3,98	**

Fonte: Da autora (2021).

A biomassa das lagartas de *S. frugiperda* após consumo dos genótipos com baixos teores de acilaçúcar foi significativamente maior do que nos genótipos com teores intermediários ou elevados de acilaçúcares (TABELA 10). Contrastes entre grupos de genótipos (TABELA 11) mostraram que as lagartas pesaram em média 1,41 mg a mais do que tratamentos com algum nível de acilaçúcar (Contraste C1). Essas diferenças tenderam a ser mais acentuadas quando consumidos os genótipos homozigóticos com alto teor de acilaçúcares (Contraste C2) do que com o consumo dos genótipos heterozigóticos (Contraste C3) quando comparados aos genótipos-testemunha. Embora exista numericamente menor ganho de biomassa das lagartas quando consumiram genótipos com alto teor de acilaçúcar do que nos com teores intermediários, tal diferença não foi significativa (Contraste C4). A cultivar Santa Clara contribuiu para maior ganho de biomassa das lagartas, relativamente às demais testemunhas com baixo teor de acilaçúcar (Contraste C5, TABELA 11), o que, ao lado da maior tendência (embora não significativa) ao consumo de massa foliar (Contraste C6, TABELA 9), parece indicar que Santa Clara seja mais suscetível à *S. frugiperda* do que as demais testemunhas suscetíveis com baixo teor de acilaçúcar.

A presença de acilaçúcar nos genótipos de tomateiro reduz significativamente o ganho de biomassa das lagartas de *S. frugiperda*, e esta redução é mais pronunciada nos genótipos com teor mais elevado de acilaçúcar do que nos de teor intermediário. Esses dados reforçam a conclusão anterior de que a presença de acilaçúcar no tomateiro está associada a um

mecanismo químico de resistência a *S. frugiperda* por antixenose de alimentação e/ou antibiose.

Tabela 10 – Biomassa de lagartas de *S. frugiperda* após o consumo dos genótipos considerando lagartas mortas como biomassa = 0.

Tratamento	Médias (mg)
Paraty F1	1,78 cd
Ibiza F1	1,91 bc
TOM-684	1,77 cd
TOM-694	2,40 b
Santa Clara	3,37 a
BPX-443D-05-06-101	0,40 g
BPX-443D-03-02-113	0,64 fg
BPX-466D-174-01-05-108	0,11 g
F1(BPX-443D-05-06-101 X NC-123S)	0,14 g
F1(BPX-443D-03-02-113 X NC-946)	1,20 def
F1(BPX-466D-174-01-05-108 X NC-946)	1,59 cde
F1(TOM-688 X TOM-684)	1,09 ef

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 11 – Teste de significância de acordo com os contrastes de interesse para a análise de biomassa de lagartas de *S. frugiperda*

Contrastes de interesse	Estimativa (mg)	Significância
C1= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	1,41	**
C2= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	1,72	**
C3= Tratamentos com baixo teor de acilaçúcar vs híbridos com intermediário teor de acilaçúcar	1,19	**
C4= Linhagens com alto teor de acilaçúcar vs híbridos com com intermediário teor de acilaçúcar	-0,53	ns
C5= Testemunha Santa Clara vs demais testemunhas com baixo acilaçúcar	1,41	**
C6= Testemunha Santa Clara vs tratamentos com alto e intermediário teor de acilaçúcar	2,54	**
C7= Testemunha Santa Clara vs linhagens com alto teor de acilaçúcar	2,84	**
C8= Testemunha Santa Clara vs híbridos com teor intermediário de acilaçúcar	2,31	**

Fonte: Da autora (2021).

A mortalidade das lagartas de *S. frugiperda* após o consumo dos genótipos de tomateiro (TABELA 12) não demonstrou diferença significativa para os contrastes entre grupos de genótipos (TABELA 13). Estes resultados demonstram que a presença de acilaçúcar nos genótipos de tomateiro não interfere significativamente na mortalidade das lagartas de *S. frugiperda*, pelo menos até o ínstar estudado.

Tabela 12 – Mortalidade das lagartas *S. frugiperda* após o consumo dos genótipos de tomateiro.

Grupos de tratamentos	Acilaçúcar	%mortas
Santa Clara	Não	65,00%
Paraty, Ibiza, TOM-684, TOM-694	Não	52,50%
Linhagens com acilaçúcar	Sim	63,33%
Híbridos com acilaçúcar	Sim	65,00%
Tratamentos sem acilaçúcar (todos)	Não	55,00%
Tratamentos com acilaçúcar (todos)	Sim	64,29%

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 13 – Teste de significância de acordo com os contrastes de interesse para a análise de mortalidade das lagartas *S. frugiperda*

Comparacao de %lagartas mortas	Diferença (% mortas)	Chi-quadrado(1g.l)
C1 Santa Clara vs demais tratamentos sem acilaçúcar	12,50%	1,010 ns
C2 Santa Clara vs demais tratamentos com acilaçúcar	0,71%	0,004 ns
C3 Santa Clara vs linhagens com acilaçúcar	1,67%	0,018 ns
C4 Santa Clara vs híbridos com acilaçúcar	0,00%	0,000 ns
C5 Linhagens com acilaçúcar vs híbridos com acilaçúcar	-1,67%	0,042 ns
C6 Tratamentos sem acilaçúcar vs tratamentos com acilaçúcar	-9,29%	2,103 ns
C7 Tratamentos sem acilaçúcar vs linhagens com acilaçúcar	-8,33%	1,070 ns
C8 Tratamentos sem acilaçúcar vs híbridos com acilaçúcar	-10,00%	1,844 ns

Fonte: Da autora (2021).

Embora existam trabalhos que estudaram a resistência de tomateiro às pragas *H. armigera* e *S. frugiperda* (SAFURAIE-PARIZI, FATHIPOUR; TALEBI, 2014; SELVANARAYANAN; NARAYANASAMY, 2006; KOUHI; NASERI; GOLIZADEH, 2014; SAJJAD *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2013), eles não explicam a relação entre a resistência e os acilaçúcares.

Souza *et al.* (2013) associam a resistência à *S. frugiperda* do genótipo PI 126931 proveniente de *L. pimpinellifolium*, a fatores químicos, como a presença de α -tomatina, e a fatores físicos, como a dureza da cutícula do fruto. Os autores não esclarecem sobre a resistência de LA 716 (*Solanum pennellii*) a *S. frugiperda*, mas é possível associar esta resistência aos acilaçúcares presentes neste acesso.

Os resultados encontrados neste trabalho confirmam o amplo espectro de resistência a artrópodes-praga conferida pelos acilaçúcares obtidos a partir de *S. pennellii* anteriormente estudado por Maluf *et al.* (2007), Maluf *et al.* (2010-a), Maciel *et al.* (2007), Gonçalves Neto (2008), Maciel (2008) e Silva *et al.* (2009).

Tanto nas análises de consumo dos genótipos, quanto de biomassa de ambas as lagartas e mortalidade de *H. armigera*, os tratamentos que contêm acilaçúcar apresentaram maior resistência, concordando com outros trabalhos como Resende *et al.* (2018) e Maciel (2008) que observaram que o aleloquímico pode atuar impedindo a oviposição, ou ainda, exercer efeito deletério em determinadas fases do artrópodo-praga. Apenas para a mortalidade de *S. frugiperda* não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Este aleloquímico, portanto, pode atuar impedindo a alimentação e exercer efeito deletério no desenvolvimento de *H. armigera* e *S. frugiperda* no terceiro ínstar de desenvolvimento das pragas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma relação clara da presença de acilaçúcares com a resistência de tomateiro às pragas *H. armigera* e *S. frugiperda* por meio dos testes de consumo foliar, biomassa e mortalidade das lagartas no terceiro ínstar de desenvolvimento.

Programas de melhoramento genético podem utilizar a presença e concentrações de acilaçúcares como marcadores químicos confiáveis na fenotipagem de genótipos, além de focar esforços no cruzamento de genótipos para a introgressão de genes responsáveis pela síntese desses compostos ,visando desenvolver cultivares e híbridos resistentes a importantes lagartas desfolhadoras e de frutos de tomate como *H. armigera* e *S. frugiperda*.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. *In*: ALVARENGA, M. A. R. *et al.* (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. p. 15-16.
- ANDRADE, M. C.; SILVA, A. A.; CARVALHO, R. C.; SANTIAGO, J. A.; OLIVEIRA, A. M. S.; FRANCIS, D. M.; MALUF, W. R. Quantitative trait loci associated with trichomes in the *Solanum galapagense* accession LA1401. **Genetic Resources and Crop Evolution**, [s.l.], v. 65, n. 6, p. 1671-1685, 2018.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; BENITES, F. R. G. Foliar trichomes in tomato plants with various allelochemical 2-tridecanone contents. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 57, n. 4, p.813-816, oct./dec. 2000.
- BARBOSA, J. C. **Epidemiologia de begomoviroses em tomateiro sob condições de campo e de cultivo protegido**. 2007. 110 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.
- BOAVENTURA, D.; MARTIN, M.; POZZEBON, A.; MOTA-SANCHEZ, D.; NAUEN, R. Monitoring of Target-Site Mutations Conferring Insecticide Resistance in *Spodoptera frugiperda*. **Insects**, [s.l.], v. 11, n. 8, p. 545, 18 ago. 2020.
- BURKE, B. A.; GOLDSBY, G.; MUDD, J. B. Polar epicuticular lipids of *Lycopersicon pennellii*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 26, p. 2567-2571, 1987.
- CARTER, C. D.; SACALIS, J. N.; GIANFAGNA, T.J. Resistance to Colorado potato beetle in relation to the zingiberene content of *Lycopersicon* species. **Report of Tomato Genetics Cooperative**, Bradenton, v. 38, p.11-12, jun. 1988.
- CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba, ano 6, n. 58, p. 6- 14, 2007.
- CHORTYK O.T.; KAYS S.J.; TENG Q. Characterization of insecticidal sugar esters of *Petunia*. **J Agric Food Chem.**, [s.l.], v. 45, p. 270-275, 1997.
- COSTA, E. M. R. **Relação entre densidades de tricomas foliares e teores de zingibereno e de acilalúcares em tomateiros resistentes a pragas**. 2013. 86 p. Tese (Doutorado) - Curso de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- CZEPAK C.; SILVA A.; MOUZINHO M.; BERNARDINO M. *Spodoptera* no tomate industrial. 2011. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24939&secao=Sanidad e%20Vegetal>>. Acesso em: 04 mar. 2011.
- CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s.l.], v. 43, p. 110- 113, 2013.

DIAS, D. M.; RESENDE, J. T. V.; MARODIN, J. C.; MATOS, R.; LUSTOSA, I. F.; RESENDE, N. C. V. Acyl sugars and whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance in segregating populations of tomato genotypes. **Genetics and Molecular Research**, [s.l.], v. 15, p. 1- 11, 2016.

DIEZ, M. J.; NUEZ, F. Tomato. In: PROHENS, J.; NUEZ, F. (Ed.). **Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Umbelliferae, and Solanaceae**. New York: Springer, 2008. p. 249-326.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production quantities of Tomatoes by country**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. de. O tomate de mesa: origem, taxonomia e variedades/The table tomatoes: origin, taxonomy and varieties. **Hig. Aliment**, Brasília, v. 135, n. 19, p. 34-39, set. 2005.

FOBES, J. F.; MUDD, J. B.; MARSDN, M. P. F. Epicuticular lipid accumulation on the leaves of *Lycopersicon pennelli* (Corr.) D'Arcy e *Lycopersicon esculentum* Mill. **Plant Physiology**, Denville, v. 77, n. 1, p. 567-570, Aug. 1985.

FONTES, R. R. Solo e nutrição da planta. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 22-35.

FREITAS, J. A.; NONATO, M. F. B.; SOUZA, V. F.; MALUF, W. R. CIOCIOLA JUNIOR, A. L., LEITE, G. L. D. Relações entre acilaçúcares, tricoma glandular e resistência do tomateiro à mosca branca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Universidade Estadual de Maringá, v. 24, p.1313-1316, 30 abr. 2008.

FREITAS, J. A. **Resistência genética de tomateiro *Lycopersicon* sp. a mosca branca *Bemisia* spp. mediada por zingibereno contido em tricomas glandulares**. 1999. 105 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C. Clima e época de plantio. In:_____. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 18-21.

GIOVANNUCI, E. Tomato intake and cancer risk: a review of the epidemiologic evidence. In: **Proceedings of the tomato & health seminar**, 1998, Pamplona. p. 69-80.

GONÇALVES, L. D. **Herança do teor de acilaçúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com tricomas foliares e repelência ao ácaro *tetranychus evansi***. 2006. 85 p. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

GONÇALVES NETO, A. C. **Seleção para teor de acilaçúcar nas folhas em tomateiro com qualidade comercial confere resistência à traça (*Tuta absoluta*)**. 2008. 25 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

GONÇALVES, M. I. F.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; BARBOSA, L. V. Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp.). **Euphytica**, [s.l.], v. 104, p. 33-38, 1998.

GOOD-JR., D. E.; SNYDER, J. C. Seasonal variation of leaves and mite resistance of *Lycopersicon* interespecific hybrids. **HortScience**, Alexandria, v. 23, n. 5, p. 891-894, 1988.

GOUVEIA, B. T.; OLIVEIRA, A. M. S.; RIBEIRO, G. H. M. R.; MALUF, W. R. Resistance to whitefly (*Bemisia argentifolii*) and repellency to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in tomato plant hybrids with high leaf contents of acylsugar and the Mi gene. **Euphytica**, Wageningen, v. 140, n. 214, p.1-9, jul. 2018.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 69, p. 487- 488, 1976.

JUVIK, J. A.; SHAPIRO, J. A.; YOUNG, T. E.; MUTSCHLER, M. A. Acylglucose from wild tomato alters behavior and reduce growth and survival of *Helicoverpa zea* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 87, n. 2, p. 482-492, Apr. 1994.

KIM, J.; KANG, K.; GONZALES-VIGIL, E.; SHI, F.; JONES, A. D.; BARRY C. S.; LAST R. L. Striking natural diversity in glandular trichome acylsugar composition is shaped by variation at the acyltransferase2 locus in the wild tomato *Solanum habrochaites*. **Plant Physiol.**, [s.l.], v. 160, p. 1854-1870, 2012.

KING A. B. S.; SAUNDERS J. L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London: Overseas Development Administration. 1984. 166 p.

KOUHI, D.; NASERI, B.; GOLIZADEH, A. Nutritional Performance of the Tomato Fruit Borer, *Helicoverpa armigera*, on Different Tomato Cultivars. **Journal of Insect Science**, [s.l.], v. 14, n. 102, p. 1-12, ago. 2014.

KROUMOVA A. B.; WAGNER G. J. Different elongation pathways in the biosynthesis of acyl groups of trichome exudate sugar esters from various solanaceous plants. **Planta**, [s.l.], v. 216, p. 1013-1021, 2003.

LUGINBILL P. H. **The fall armyworm**. Washington: USDA, 1928. 73p. (Boletim Técnico, 34).

MACIEL G. M.; MALUF W. R. SILVA V. F.; FERREIRA R. P. D.; NOGUEIRA D. W.; GOMES L. A. A.; MORETTO D. P. Resistência à traça mediada por acilaçúcares em linhagens melhoradas de tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço, **Anais** [...]. São Lourenço: SBMP. Sociedade Brasileira de Melhoramento de plantas. (Suplemento, 2007)

MACIEL G. M. **Broad spectrum arthropod resistance mediated by leaf acylsugar contents in tomatoes**. 2008. 34 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

MALUF, W. R.; BARBOSA, L. V.; COSTA S. C. L. V. 2-Tridecanone-mediated mechanisms of resistance to the South American tomato pinworm *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera-Gelechiidae) in *Lycopersicon* spp. **Euphytica**, [s.l.], v. 93, p. 189-194, 1997.

MALUF, W. R.; INOUE, I. F. FERREIRA, R. P. D.; GOMES, L. A. A.; CASTRO, E. M. CARDOSO, M. G. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, sept, p. 1227-1235, 2007.

MALUF, W. R.; MACIEL, G. M.; GOMES, L. A. A.; CARDOSO, M. G.; GONÇALVES, L. D.; SILVA, E. C.; KNAPP, M. Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high- and low-acylsugar tomato lines. **Crop Science**, Madison, v.50, p.439-450, 2010a.

MALUF, W. R.; SILVA, V. de F.; CARDOSO, M. G.; GOMES, L. A. A.; GONÇALVES NETO, A. C.; MACIEL, G. M.; NÍZIO, D. A. C. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, [s.l.], v. 176, p. 113- 123, 2010b.

MEDEIROS, M. A.; VILELA, N. J.; FRANCA, F. H. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 180-184, jun. 2006.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 154-157, mar. 2005.

MOURA, A.; GUIMARÃES, J.; MICHEREFF FILHO, M. Principais pragas do tomateiro e táticas de manejo integrado. **Jornal Dia de Campo**, Brasília, 2012.

OLIVEIRA, C. M. de; ANDRADE JUNIOR, V. C.; MALUF, W. R.; NEIVA, I. P.; MACIEL, G. M. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 36, n. 1, p.45-52, fev. 2012.

OLIVEIRA, A. M. S. **Resistência de tomateiros a geminivírus e a estresse hídrico**. 2016. 84 p. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Report on Tomato Genetics Cooperative**, Cornell, v. 56, n. 1, p. 6-12, Sept. 2006.

PRATISSOLI, D.; LIMA, V. L. S.; PIROVANI, V. D.; LIMA, W. L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 33, p. 101- 105, 2015.

RESENDE, J. T. V. R.; MALUF, W. R.; FARIA, M. V.; PFANN, A. Z.; NASCIMENTO, I. R. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the south american tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n.1, p. 20-25, jan./fev. 2006.

RESENDE, N. C. V. **Seleção de linhagens e populações de tomateiro resistentes à Tuta absoluta**. 2018. 32 p. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

RICK, C. M. Tomato - *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). In: SIMMONDS, N.W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1976. p. 268-272.

SAFURAIE-PARIZI, S.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A. Evaluation of tomato cultivars to *Helicoverpa armigera* using two-sex life table parameters in laboratory. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 837-844, dez. 2014.

SAJJAD, M.; ASHFAQ, M.; SUHAIL, A.; AKHTAR, S. Screening of tomato genotypes for resistance to tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* in Pakistan. **Pak. J. Agric. Sci.**, [s.l.], v. 48, p. 59-62, 2011.

SANTOS K. B.; NEVES P. J.; MENEGUIM A. M.; SANTOS R. B.; SANTOS W. J.; VILLAS BOAS G.; DUMAS V.; MARTINS E.; PRAÇA L. B.; QUEIROZ P.; BERRY C.; MONNERAT R. Selection and characterization of the *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmiodes* (Walker) and *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, [s.l.], v. 50, p. 57-163, 2009.

SCHMIDT F. B. **Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidade) a Lufenuron na cultura do milho**. 2002. 48 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 2002.

SELVANARAYANAN, V.; NARAYANASAMY, P. Factors of resistance in tomato accessions against the fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Crop Protection**, [s.l.], v. 25, p. 1075-1079, 2006.

SENE, S. O.; TENDENG, E.; DIATTE, M.; SYLLA, S.; LABOU, B.; DIALLO, A. W.; DIARRA, K. Insecticide resistance in field populations of the tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera*, from Senegal. **International Journal of Biological and Chemical Sciences**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 181-191, 2020.

SHAPIRO J. A.; STEFFENS J. C.; MUTSCHLER M. A. Acylsugars of the wild tomato *Lycopersicon pennellii* in relation to geographic-distribution of the species. **Biochem Syst Ecol.**, [s.l.], v. 22, p. 545-561, 1994.

SILVA, V. de F.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. das G.; GONÇALVES NETO, A. C.; MACIEL, G. M.; NÍZIO, D. A. C.; SILVA, V. A. Resistência mediada por aleloquímicos de genótipos de tomateiro à mosca branca e ao ácaro-rajado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 44, p.1262- 1269, 2009.

SILVA, A. A.; ANDRADE, M. C.; CARVALHO, R. C.; NEIVA, I. P.; SANTOS, D. C.; MALUF, W. R. Resistência à *Helicoverpa armigera* em genótipos de tomateiro obtidos do cruzamento de *Solanum lycopersicum* com *Solanum galapagense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 51, n. 7, p. 801-808, jul. 2016.

SOO HOO, C. F.; FRAENKEL G. The selection of food plants in a polyphagous insect, *Prodenia eridania* (Cramer). **Journal of Insect Physiology**, [s.l.], v. 12, p. 693-709, 1966.

SOUZA, B. H. S.; BOTTEGA, D. B.; SILVA, A. G.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Feeding non-preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania* on tomato genotypes. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 60, n. 1, p. 21-29, fev. 2013.

TALEKAR, N. S.; OPENA, R. T.; HANSON, P. *Helicoverpa armigera* management: a review of AVRDCs research on host plant resistance in tomato. **Crop. Prot.**, [s.l.], v. 25, p. 461-467, 2005.

TIAN, D.; TOOKER, J.; PEIFFER, M.; CHUNG, S.H.; FELTON, G.W. Role of trichomes in defense against herbivores: comparison of herbivore response to woolly and hairless trichome mutants in tomato (*Solanum lycopersicum*). **Planta**, [s.l.], v. 236, p. 1053- 1066, 2012.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 59, n. 4, p. 677-681, oct./nov. 2002.

YANG, Y.; LI, Y.; WU, Y. Current Status of Insecticide Resistance in *Helicoverpa armigera* After 15 Years of Bt Cotton Planting in China. **Journal of Economic Entomology**, [s.l.], v. 106, n. 1, p. 375-381, 2013.

ZHANG, D. D.; XIAO, Y. T.; XU, P. J.; YANG, X. M.; WU, Q. L.; WU, K. M. Insecticide resistance monitoring for the invasive populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China. **Journal of Integrative Agriculture**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 783-791, 2021.